

Výzkumný ústav pícninářský, spol. s r.o. Troubsko
Zemědělský výzkum, spol. s r.o. Troubsko
Odbor rostlinolékařství ČAZV
Pícninářská komise ORV ČAZV
Agrární komora ČR



AKTUÁLNÍ POZNATKY V PĚSTOVÁNÍ, ŠLECHTĚNÍ, OCHRANĚ ROSTLIN A ZPRACOVÁNÍ PRODUKTŮ

Úroda 12/2015, vědecká příloha časopisu

Úroda 12/2015, vědecká příloha časopisu

*Výzkumný ústav pícninářský, spol. s r.o. Troubsko
Zemědělský výzkum, spol. s r.o. Troubsko
Odbor rostlinolékařství ČAZV
Pícninářská komise Odboru rostlinné výroby ČAZV
Agrární komora ČR*

**Aktuální poznatky v pěstování, šlechtění,
ochraně rostlin a zpracování produktů**

Úroda 12/2015, vědecká příloha časopisu

Editoři:

Ing. Barbora Badalíková
Ing. Jaroslava Novotná, Ph.D.

Organizační výbor:

Ing. Barbora Badalíková - předseda
Ing. Jaroslava Novotná, Ph.D.
Ing. Pavel Kolařík
Ing. Jaroslav Lang, Ph.D.
Ing. Karel Vejražka, Ph.D.
Mgr. Tomáš Vymyslický

Vědecký výbor:

RNDr. Jan Nedělník, Ph.D. - předseda
Ing. Barbora Badalíková
doc. Ing. Bohumír Cagaš, CSc.
Ing. Jaroslav Čepl, CSc.
RNDr. Jan Hofbauer, CSc.
Ing. Miroslav Hochman
Ing. Pavel Kolařík
Ing. Slavoj Palík, CSc.
Ing. Jan Pelikán, CSc.
Ing. Karel Vejražka, Ph.D.
Mgr. Tomáš Vymyslický

Příspěvky byly recenzovány členy vědeckého výboru.

Doporučná citace příspěvků:

Autoři příspěvků, 2015: Název příspěvku. Úroda 12, roč. LXIII, vědecká příloha, s. xx-xx.
ISSN 0139-6013

Obsah

Nedělník J.: Úvodní slovo	9

Úvodní referáty

Řepková J., Ištváněk J.: Šlechtění rostlin v éře genomiky	11
Nedělník J.: Pohled rostlinolékaře na systém integrované	19
Badalíková B., Novotná J.: Proměnné vlastnosti půdy v posledních letech	21
Diviš J.: Rostlinná produkce a obnovitelné zdroje energie	27

Ostatní referáty

Urban M. O., Holá D., Klíma M., Vítámvás P., Kosová K., Hilgert-Delgado A. A., Prášil I.T.: Vliv chladové aklimace na biochemické a molekulární parametry šesti vybraných genotypů řepky ozimé ve vztahu k parametrům fluorescence chlorofylu.....	33
Winkler J., Neischl A., Hledík P.: Vliv osevních postupů na intenzitu zaplevelení obilnin....	41
Kolařík. P, Kolaříková. E.: Nové možnosti ochrany semenných porostů jetele lučního proti nosatčímku rodu <i>Apion</i>	47
Koprna R., Spíchal L.: Využití fytohormonů jako ochrany řepky před <i>Plasmodiophora brassicae</i>	53
Strejčková M., Bohatá A., Čurn V., Bartoš P., Olšan P., Havelka Z., Kříž P., Špatenka, P.: Vliv fyzikálního a biologického ošetření osiva na vývoj porostu a na zdravotní stav modelových plodin.....	61
Horáček J., Novák P., Liebhard P., Babulicová M.: Zhoršuje se kvalita humusu černozemí v čase?.....	65
Ferianc J., Burg P.: Ludín D., Burg P., Klasová K.: Utužení půdy ve vinohradech a jeho vliv na růst révového keře.....	73
Ludín D., Burg P., Klasová K.: Hodnocení procesu peletizace matolin	79
Stražil Z.: Pěstování kostravy rákosovité (<i>Festuca arundinacea</i> Schreb.) určené pro energetické využití	87
Lang J.: Vytrvalost jetelovinotravních směsí na orné půdě v teplotně a srážkově nevyrovnaných podmínkách jižní Moravy.....	93
Houdek I., Kohoutek A., Ušák S.: Produkce bioplynu ze siláží z píce prvních sečí vybraných travní druhů a směsí.....	99

Loučka R., Nedělník J., Lang J., Jambor V., Třináctý J., Tyrolová Y., Kučera J.: Systém hodnocení hybridů kukuřice (<i>Zea mays</i> L.) pro potřeby praxe	105
Skládanka, J., Knotová, D., Mlejnková, V., Horký, P., Hodulíková, L., Balabánová, M., Komínková, M., Knot, P., Klusoňová, I., Hloucalová, P., Novotná, M., Hortová, M., Pelikán, J., Nedělník, J.: Pícniny a zdravotní bezpečnost objemných krmiv	113
Třináctý J., Nedělník J., Lang J., Loučka R., Tyrolová Y., Kučera J.: Faktory ovlivňující stravitelnost škrobu kukuřičné siláže	119

Postery

Sekce „Šlechtění“

Bradová J., Nesvadba Z. Dvořáček V.: Identifikace v ČR registrovaných odrůd tritikale pomocí elektroforézy zásobních bílkovin	125
Černý, J., Černá, M., Salaš, P.: Srovnání geneticky kompaktních a standardních odrůd <i>Petunia</i> x hybrida	129
Doležalová I., Petrželová I., Kopecský, P.: Genetické zdroje listových zelenin v české republice a jejich využití	133
Dvořáček V., Madaras M., Weng S., Wang Z.: Dosažené technologické parametry zrna českých odrůd pšenice ozimé ve specifických podmínkách čínské provincie Shandong.....	138
Hilgert-Delgado A., Vrbovský V., Endlová L., Urban M.O., Klíma M.: Tvorba nových genotypů a hodnocení vybraných parametrů kvality semene resyntetizované řepky	142
Huňady I., Hýbl M., Ludvíková M., Dostálová R., Smýkal P.: Význam genové banky pro zachování genetické diverzity šlechtění hrachu (<i>Pisum sativum</i> L.)	147
Knotová D., Vícha J., Pelikán J.: Porovnání výnosového potenciálu českých a bulharských odrůd jetelů	151
Kopecský P., Hron K., Hrůzová K., Hýbl M., Dušek K.: Studium odolnosti vybraných genotypů pekinského zelí vůči nádorovitosti brukvovitých	155
Mayerová M., Madaras M., Stehlíková I., Wu Chuntao : Vliv stresu suchem na vybrané výnosotvorné parametry čínských genotypů pšenice ozimé	159
Pelikán J., Knotová D., Vícha D.: Porovnání výnosových a kvalitativních charakteristik u komonice bílé (<i>Melilotus albus</i>) a komonice lékařské (<i>Melilotus officinalis</i>)	163
Svoboda P., Janská A., Spiwok V., Prášil I.T., Kosová K., Ovesná J.: Studium genové exprese dvou kontrastních kultivarů ječmene vystavených působení sucha.....	167

Svoboda P., Janská A., Spiwok V., Kučera L., Ovesná J.: Transkriptomická analýza oddenků pýru plazivého vystavených působení mírného, středního a silného sucha s využitím dna čipů pro ječmen.....	171
Štefková M., Dluhošová J., Ištváněk J., Řepková J.: Studium genů jetele (<i>Trifolium</i> spp.) podílejících se na biosyntéze fytoestrogenů	175
Vintrlíková, E., Klimešová J., Středa T.: Vitalita semen a velikost kořenového systému rostlin pro vyšší suchovzdornost pšenice	179

Sekce „Rostlinolékařství“

Figala J., Lojková L., Lvončík S., Hohnová B., Moravcová D., Formánek P.: Alelopatie kořenových exsudátů ambrózie peřenolisté (<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.)	183
Frydrych J., Volková P.: Výzkum chorob u trav pěstovaných na semeno a obilovin v podmínkách marginální oblasti Zubří	187
Chovancová S., Smutný V., Winkler J.: Plevelé v kukuřici a půdoochranné technologie pěstování.....	191
Kmoch M., Dědič P.: Molekulární metody detekce viroidu vřetenovitosti hlíz bramboru (<i>Potato spindle tuber viroid</i> , PSTVd)	195
Krčmářová J., Pokorný R., Středa T.: Fytopatologické aspekty vlhkosti vzduchu v porostu polních plodin.....	199
Nedělník, J., Konečná, K.: Mykotoxiny v kukuřici	203
Poslušná, J., Plachká, E.: Testování citlivosti <i>sclerotinia sclerotiorum</i> vůči vybraným fungicidům do řepky	207
Svoboda J.: Hodnocení rezistence vybraných odrůd a kultivarů okurek salátovek k viru žluté mozaiky cukety (ZYMV).....	211
Svoboda J.: Porovnání virulence dvou kmenů viru mozaiky okurky (CMV), českého a zahraničního z Mauritie	215
Šmahel P., Kolaříková E.: Regulace plevelů v semenných porostech jetele alexandrijského (<i>Trifolium alexandrinum</i> L.)	219
Žabka M. , Pavla R.: Skrining antifungálního potenciálu vodních výluhů vybraných rostlin.....	223
Žabka M. a Pavla R.: Vliv a antifungální potenciál vybraných organických látek a běžně užívaných konzervantů na modelové patogenní houby	227

Sekce „Technologie pěstování plodin a ekologie“

Badalíková B., Novotná J., Vymyslický T., Červinka J., Pospíšil J. : Vliv různých travních směsí na půdní infiltraci	231
Barányiová I., Klem K.: Vplyv regulátorov rastu na výnos, kvalitu a vodný režim pšenice ozimnej pri vodnom strese	235
Bilošová H., Fiala K., Pospíšilová L. : Stav půdních parametrů pod vlivem různého managementu	239
Dovrtělová H., Lukas V., Smutný V., Brotan J.: Výsledky měření mikroklimatu porostů kukuřice při různém uspořádání řádků.....	243
Frydrych J., Andert D., Gerndtová I., Volková P., Juchelková D., Raclavská H., Zajonc O. : Výzkum a využití trav pro energetické účely v České republice.....	247
Haberle J., Svoboda P., Kurešová G., Neumannová A.: Vliv utužení půdy a nedostatku vody na velikost kořenů plodin	251
Hábová M., Pospíšilová L., Renčiuková V. : Obsah rizikových prvků v půdě po aplikaci exogenní organické hmoty	255
Hladký J., Kynický J., Muchová, M., Juříčka D., Brtnický M., Novotná J.: Vliv fyzikálních vlastností na biologii půdy	259
Houšť M.: Možnosti použití regulátorů růstu v jarním ječmeni	263
Kozlovsky Dufková J., Mašíček T., Toman F.: Porovnání výsledků stanovení vodní eroze třemi metodami	267
Kurešová, G., Neumannová A.: Změny obsahu dusíku v listech jabloní v průběhu vegetace.....	271
Lošák M., Petřeková P.: Hodnocení trávnickových genetických zdrojů v extenzivních podmínkách	275
Lukas V., Novák J., Neudert L., Svobodová I., Edrees M., Bláha O.: Využití bezpilotního snímkování pro hodnocení stavu porostů obilnin v precizním zemědělství	279
Lukas V., Pozníková G., Hlavinka P., Žalud Z. : Kombinace dálkového průzkumu a scintilometrického měření pro stanovení aktuální evapotranspirace zemědělských plodin	283
Mühlbachová G., Kusá H., Vavera R., Růžek P.: Vliv dlouhodobého různého zpracování půdy na obsah živin v různých vrstvách půdy	287
Novotná J., Badalíková B.: Úhorové hospodaření na orné půdě	291
Novotná M., Hloucalová P., Knotová, D., Pelikán, J., Balabánová M., Skládanka J.: Hodnocení obsahu organických živin u tradičních a méně známých druhů jetelovin	295
Pospíšil J., Červinka J.: Stanovení trajektorie pohybu u zemědělských souprav.....	299

Pospíšilová L., Vlček, V., Hábová, M., Hybler, V., Jandák, J.: Půdní reakce a obsah humusových látek u regozemě arenické sedm let po aplikaci půdních pomocných látek	303
Procházka J., Pelikán J., Knotová D.: Vliv povětrnostních a agrotechnických faktorů na výnosy semene lesknice kanárské (<i>Phalaris canariensis</i>)	307
Procházková B., Pernicová A., Kinclová V., Hledík P.: Vliv různého zpracování půdy na výnosy a ekonomiku pěstování jarního ječmene	311
Smýkalová I., Ondráčková E., Větrovcová M.: Význam křídlatky (<i>Reynoutria</i> sp.) v zemědělské krajině	315
Středová H., Procházková P., Spáčilová B., Podhrázká J., Chuchma F.: Univerzální metoda pro identifikaci rizika výskytu větrné eroze na těžkých půdách	319
Svoboda P., Mühlbachová G.: Změny obsahu živin v produkované hnojůvce z hnoje skotu v závislosti na množství použité podestýlky	323
Svobodová, A., Čížek, M., Kasal, P., Čepl, J.: Uplatnění digestátu při pěstování brambor ..	327
Šimečková J., Jandák J.: Množství a kvalita půdní organické hmoty u trvalého travního porostu v závislosti na aplikovaném hnojivu	331
Vacek J., Mayer V., Dovol J., Novák J.: Protierozní opatření v technologii záhonového odkamenění brambor	335
Vach M., Hýsek J., Žabka M.: Vliv rozdílného způsobu založení porostů a nových biofungicidů na výnosy a zdravotní stav jarního ječmene	339
Vach M., Stražil Z.: Dlouhodobý účinek odlišného zpracování půd na produkci hlavních obilnin.....	343
Vlček V., Hybler V., Pospíšilová L., Hábová M., Jandák J.: Hydrofyzikální vlastnosti regozemě arenické sedm let po aplikaci půdních pomocných látek	347
Vymyslický T., Hejduk S.: Předběžné výsledky studia vlivu různých výsevních množství na výnosy píce vybraných vytrvalých jetelovin	351

Sekce „Kvalita a zpracování produktů“

Hrušková M., Švec I.: Možnosti cereálního užití vlákniny ze lnu zlatého.....	355
Kučerová J., Šottníková, V.: Změny senzorické jakosti croissantů vlivem délky skladování zmrazených těstových kusů.....	359
Lorenc F., Bárta J., Brabcová A., Bártová V.: Studium vybraných bílkovinných izolátů z brambor.....	363

Loučka R., Nedělník J., Lang J., Jambor V., Třináctý J., Tyrolová Y., Kučera J.: Korelační koeficienty mezi nutričními ukazateli hybridů kukuřice pěstovaných tři roky ve dvou lokalitách	367
Loučka R., Nedělník J., Lang J., Jambor V., Třináctý J., Tyrolová Y., Kučera J.: Hodnocení hybridů kukuřice podle potenciální mléčné užitkovosti	371
Neumannová A., Kurešová G.: Vliv listové výživy na kvalitu plodu jabloní.....	375
Rysová J., Fiedlerová V., Laknerová I., Winterová R., Erban V., Vaculová K., Martinek P.: Příprava kvasů z ječmene a tritikale s využitím komerčních startovacích kultur	379
Šottníková V., Kučerová J., Hřivna L.: Ovlivnění kvality běžného pečiva alfa amylásou....	383
Štěrbová L., Dvořáček V.: Variabilita obsahu luteinu a antioxidační aktivity v zrna pšenice ze sbírek GB VÚRV	387
Větrovcová M., Poslušná J., Havel J., Plachká E., Cihlár P., Kolařík P., Barnet M.: Vliv hnojení na obsah kadmia v semenech máku setého (<i>Papaver somniferum</i> L.).....	391

Vědecká sdělení

Císař P.: BIOWES – platforma pro správu experimentálních dat a metadat	395
Holubec V., Paprštejn F., Dokoupil L., Řezníček V.: Mapování výskytu krajových ovocných dřevin	403
Macháč R., Smočková M.: Možnosti použití herbicidů v travním semenářství - - předběžné výsledky.....	409
Sekaninová M., Pavlačka R., Zemánek P.: Sledování vlivu kultivačních zásahů na změny fyzikálních vlastností půdy v meziřadí vinic.....	413
Střalková R., Mýlová P., Mištová T., Kříž V., Pavela R.: Vliv botanických pesticidů na kvantitu a kvalitu produkce révy vinné (<i>Vitis vinifera</i> L.)	417

ÚVOD

Vážení čtenáři,

již několikátým rokem se ve dvanáctém čísle časopisu Úroda setkáváte s přílohou ve formě CD obsahující recenzované příspěvky z celé řady vědních disciplin souvisejících s rostlinnou produkcí a navazujícími obory. Transfer výsledků aplikovaného výzkumu do uživatelské praxe je jedním ze základních atributů smysluplnosti investování veřejných prostředků do výzkumu. Bez této zpětné vazby by nemělo smysl realizovat výzkumné projekty, neměla by smysl samotná existence výzkumných týmů a organizací. Uzavření v laboratořích a neschopni komunikovat s uživateli, to by nemělo být synonymem pro výzkumníka. Jakkoliv je obtížné výsledky transferovat, je to nutnost. Těmito slovy začínal úvodník v loňském roce. A pokračoval nesouhlasem pisatele s aktuálním systémem hodnocení výzkumných výsledků. Moc zásadního se nezměnilo. Světlo světa ale spatřil návrh firmy Technopolis o novém národním systému hodnocení, který byl vypracován v rámci tzv. projektu IPN metodika. Musím poctivě přiznat, že finální verze návrhu doznala oproti prvním návrhům pozitivních změn především směrem k výsledkům aplikovaného výzkumu. Ale samozřejmě, že důležitá bude až implementace do praktického uplatnění.

Každoroční uveřejňování příloženého CD je motivováno především přesvědčením editorů o důležitosti odborných publikací psaných v národním jazyce. Opět více než 100 příspěvků zahrnujících výsledky mnohých výzkumných projektů na široké disciplinární bázi je dokladem práce výzkumníků pro české šlechtitele a farmáře. Využití genetických zdrojů rostlin pro šlechtění, aktuální otázky rostlinolékařské péče a pohled na integrovanou ochranu rostlin, možnosti optimalizace pěstebních technologií polních plodin či aktuální pohled na kvalitu rostlinných produktů jsou některá z témat uvedených ve vědecké příloze.

Vzhledem k počtu příspěvků byla zvolena po dohodě s vydavatelstvím Profi Press, s.r.o. a redakcí časopisu Úroda distribuce v elektronické formě. Kolegům z nakladatelství a redakce patří moje první poděkování za dlouholetou spolupráci. Všechny příspěvky byly recenzovány členy vědeckého výboru, jimž za to patří také velké poděkování. A v neposlední řadě poděkování patří také všem mým kolegům podílejícím se na organizaci konference, kde příspěvky ve formě mluveného slova nebo ve formě posterů byly prezentovány. Distribuce několika tisíc CD umožňuje širokému okruhu čtenářů udělat si obrázek o zaměření zemědělského aplikovaného výzkumu.

Inovace a jejich aplikaci, nové výzkumné poznatky a efektivní transfer do zemědělské praxe jsou témata i nového programovacího období navazujícího na Program rozvoje venkova. Bez nových poznatků nebude možné udržovat konkurenceschopnost českého zemědělství a také by bylo obtížné udržovat a rozvíjet krajinné celky. Proto by zemědělský výzkum a šlechtění mělo do budoucna sehrávat ještě významnější roli než dosud.

Jan Nedělník

ŠLECHTĚNÍ ROSTLIN V ÉŘE GENOMIKY

Plant breeding in the genomic era

Řepková J., Ištváněk J.

Ústav experimentální biologie, Masarykova univerzita v Brně

Abstrakt

Dosahování stále náročnějších cílů ve šlechtění vyžaduje aplikaci nových metod. Mezi nimi nacházejí stále širší uplatnění metody molekulární biologie. Příspěvek informuje o genomických přístupech vycházejících ze znalostí sekvencí celého genomu a řešení komplexních problémů u jednotlivých plodin se zaměřením na leguminózy a rod *Trifolium*.

Klíčová slova: genom; genomika; sekvenování; šlechtění; transkriptom

Abstract

Application of new methods is necessary for achieving demanding aims in breeding. Molecular methods become the most significant. This paper presents a spectrum of genomic methods based on the knowledge of entire genome of a species and aimed to solving problems in particular crops, mainly leguminous species and *Trifolium*.

Key words: breeding; genome; genomics; sequencing; transcriptome

Šlechtění plodin z hlediska optimálního užitku pro člověka i ochrany životního prostředí

Jedním z limitujících kritérií šlechtění je 1) dostupnost genových zdrojů s dostatečnou genetickou variabilitou jako vstupů do šlechtění a 2) časový úsek potřebný k vyšlechtění nové odrůdy se zlepšeným znakem. Toto je především u cizosprašných druhů dlouhodobé, obnáší mnoho cyklů selekce podle fenotypu (3 až 4 cykly, což představuje 9 až 12 roků), který je v různé míře ovlivňován prostředím. 3) Novým fenoménem je požadavek na pěstování v ekologickém systému hospodaření. Dosahování stanovených náročných cílů ve šlechtění vyžaduje aplikaci nových metod odpovídajících našemu současnému poznání. Mezi nimi nacházejí stále širší uplatnění metody molekulární biologie a přináší rychlé pokroky při řešení konkrétních problémů u jednotlivých druhů. Právě taková komplexní řešení nabízejí genomické přístupy.

Zavádění genomických nástrojů

Proces obohacování šlechtitelského materiálu o nové genotypy s cílovými alelami vyžaduje vhodné skriningové a diagnostické postupy. Metody molekulární biologie nabízí urychlení a zefektivnění těchto postupů ve srovnání s klasickými, které jsou založeny na analýze fenotypu. Molekulární metody se opírají o analýzu genotypu a eliminují vliv prostředí. Genotypování se může stát nedílnou součástí šlechtitelského procesu.

Za posledních 35 let byly vyvinuty molekulární metody, které mají vysoký aplikační potenciál v různých oblastech činnosti člověka – medicíně, šlechtění hospodářských zvířat i kulturních plodin. Jednou z nich byla bezesporu polymerázová řetězová reakce a z ní vycházející metodiky DNA markerů jako značek v genomech pro další aplikace (konstrukce genetických map, syntenní mapy, poziční klonování). S rozvojem prvních sekvenačních metod začala v 70. letech 20. století vznikat genomika jako vědní obor. S přibývajícím množstvím sekvenčních informací ve veřejných databázích se postupně rozšiřuje i možnost uplatnění genomiky. Do tohoto oboru patří mnoho výzkumných i aplikačních oblastí genetiky od získání sekvence DNA, identifikace genů, genetického mapování, anotace a popisu celých genomů, jejich funkce a struktury, odvození fylogenetických vztahů, srovnání různých organismů, bioinformatické analýzy sekvencí až po aplikaci sekvenčních informací ve šlechtění nebo tvorbě geneticky modifikovaných organismů. V genomice jsou tak hojně využívány metody molekulární biologie a především bioinformatiky.

U rostlin začal rozvoj genomiky osekvenováním genomu *Arabidopsis thaliana* (Arabidopsis Genome Initiative, 2000) a z kulturních druhů *Oryza sativa* (International Rice Genome Sequencing Project, 2005). Postupně se rozšiřuje počet kompletně osekvenovaných rostlinných genomů a jsou vyvíjeny nástroje, které již lze využít i u zemědělských plodin, nástroje umožňující hledání homologů genů, vypracování spolehlivých metod skríningu jednoduše děděných i komplexních znaků, metody umožňující diagnostikovat více genů současně, hledání vhodných variant genů/alel ve šlechtitelském materiálu. Na tom se v současné době významně podílí tzv. sekvenování další generace (next generation sequencing, NGS).

Metody NGS (Mardis, 2013) vznikly z důvodu vzrůstající potřeby vyššího výkonu a rychlosti sekvenování, nižších nákladů na jeho provedení a sekvenování velkých genomů, ke kterým patří ty rostlinné. První techniky sekvenování další generace vytvořily komerční firmy – 454 Life Sciences (Roche) v roce 2005 a Illumina v roce 2006 původně vyvinutá společností Solexa. Další unikátní technologie Ion Torrent na rozdíl od dvou předchozích nevyužívá fluorescenci ani světelný signál ale změnu pH (Rothberg et al., 2011). Hlavní výhodou NGS oproti klasickému Sangerovu sekvenování je nižší cena a větší rychlost a výkon dosažené díky paralelnímu zpracování obrovského množství vzorků. Proto se těmto metodám také říká metody masivně paralelního sekvenování. Produkce ohromného množství krátkých fragmentů je následována jejich zpracováním pomocí speciálních softwarů a speciálním vybavením pro analýzu a uchovávání dat. Můžeme se setkat i s jednotlivými podkategoriemi genomiky, které jsou však od sebe občas těžce odlišitelné:

- a) strukturní genomika - výzkum struktury genů a genomů, regulačních sekvencí, funkce jednotlivých genomových elementů apod.,
- b) evoluční genomika - studium vývoje genomů, evoluce genů a celých genomů,
- c) funkční genomika - popis funkce jednotlivých genů, anotace genů a jejich příslušnost do buněčných drah,
- d) komparativní genomika - srovnání genů i celých genomů organismů,
- e) populační genomika - studium genů a genomů v populaci,
- f) epigenomika - popis epigenetických procesů na úrovni celých genomů,
- g) metagenomika - studium celých společenstev na základě sekvenční informace, např. environmentálních vzorků mikroorganismů,
- h) farmakogenomika - vliv a působení léků v závislosti na genotypu člověka.

K jednotlivým specifickým účelům a ke zpracování stále většího množství sekvenčních dat se musely vyvinout specializované nástroje, především bioinformatické. Jedním z příkladů jsou softwary tzv. assemblery, které se neustále vyvíjejí v závislosti na pokroku sekvenačních technologií. Jelikož se každá sekvenační technologie liší podstatnými vlastnostmi, jako je frekvence sekvenačních chyb, délka readu i jejich počet, jsou assemblery často specifické vzhledem k použité technologii a využívají i jiné algoritmy (Salzberg et al., 2012). Po vytvoření konsenzuální či referenční sekvence je v závislosti na požadovaném výstupu používáno obrovské množství dalších bioinformatických nástrojů. Tyto nástroje jsou zaměřeny na analýzu DNA, RNA i proteinů. Jsou navrženy většinou specificky ke svému účelu, např. návrhu primerů, predikci genů, anotaci genů, porovnání sekvencí, studiu fylogeneze, identifikaci DNA markerů, identifikaci proteinových domén, konzervovaných proteinových motivů, predikci sekundárních i terciálních struktur, modelování proteinů apod. Přehled nejčastěji používaných nástrojů je uveden např. na www.bioinformaticsweb.net. Ke správnému fungování potřebuje mnoho těchto programů obsáhlé veřejně dostupné databáze. V nich se shromažďují sekvence DNA, proteinů, genomů, struktura genů, konzervovaných motivů, proteinových domén, atd. Existují i databáze specifických proteinů v jednotlivých orgánech či patřící do jednotlivých rodin.

Využití genomiky ve šlechtění

Šlechtění rostlin se soustředí na zlepšování zemědělsky použitelných rostlin, přičemž úspěch jednotlivých šlechtitelských snah závisí především na schopnosti využít genetickou variabilitu zdrojů. Přestože se i dnes častěji uplatňují ve šlechtitelských programech metody založené na fenotypovém hodnocení, stále častěji se do popředí dostávají metody využívající přístupy molekulární biologie a genomiky. Zatímco metody založené na fenotypování jsou vhodné u znaků a vlastností, které jsou kódovány malým počtem genů či QTL (lokusy kvantitativního znaku, quantitative trait loci) velkého účinku, využití molekulárních metod umožňuje cílit i na QTL malého účinku či na velký počet různých genů vykazující epistatické interakce.

V posledních letech byla významně rozšířena paleta metod, která v současnosti umožňuje stále preciznější šlechtitelské postupy (Varshney et al., 2012a). Velkým přelomem bylo zavedení molekulárních markerů do šlechtitelských programů (Grodzicker et al., 1975). Samotné uplatnění zahrnovalo rozsáhlé výzkumné projekty zabývající se tvorbou mapovacích populací a genetických map. Na ty navazovaly rozsáhlé asociační studie, které vedly k detekci mnoha markerů, které jsou použitelné pro genotypizaci výchozího rostlinného materiálu i v rámci následných selekcí (Řepková et al., 2006; Soldánová et al., 2013). Dnes existuje velký počet systémů využívajících molekulární markery od RFLP (polymorfismus délky restričních fragmentů, restriction fragment length polymorphism), mikrosatelity až po SNP (jednonukleotidový polymorfismus, single nucleotide polymorphism).

Revoluci v rostlinné genomice však představuje využití NGS dat a vysokokapacitních genotypizačních systémů (Chen et al., 2013). Rozvoj sekvenování a uplatnění nových metodik, např. sekvenování asociované s restričními místy (restriction site associated DNA sequencing) či genotypování sekvenováním (GBS, genotyping-by-sequencing), umožňují identifikaci molekulárních markerů v rámci celých genomů u druhů s i bez dostupné referenční sekvence (Chen et al., 2013). Kvůli možnosti paralelizace a automatizace pak vysokokapacitní systémy využívají hlavně SNP markery. Tyto systémy, např. Illumina GoldenGate, MassARRAY, iPLEX či VeraCode, poté umožňují genotypizaci a paralelní analýzu několika set až tisíců genetických markerů (Kumar et al., 2012).

Genotypování sekvenováním představuje rychlou a robustní metodu kombinující multiplexové sekvenování mnoha vzorků s nízkým pokrytím s celogenomovou identifikací DNA markerů a genotypizací (Poland a Rife, 2012). Díky DNA čárovým kódům specificky označující každý vzorek je možné sekvenovat v rámci jednoho běhu až 384 vzorků (Baird et al., 2008). Nízká cena sekvenačních dat, flexibilita jejich množství a pokrytí dělá z GBS ideální postup pro vytváření hustých celogenomových profilů DNA markerů (Beissinger et al., 2013). Mezi tyto DNA markery patří hlavně SNP (Byrne et al., 2013), které se využívají k hodnocení genetické diverzity (Lu et al., 2013), asociačnímu mapování a mapování QTL (Hegarty et al., 2013). Uplatnění tyto markery nacházejí i v rámci celogenomových asociačních studií (GWAS, Genome wide association study). GBS se nicméně uplatňuje i v rámci populační genetiky a genomiky. Dokáže totiž v rámci celého genomu určit frekvence jednotlivých alel vyskytující se v populaci, což je velmi praktické především u cizosprašných rostlin, které se šlechtí jako populace (Byrne et al., 2013). Následná registrace nových odrůd vzniklých na tomto základu by pak mohla být podstatně urychlena. GBS by totiž mohla nahradit několik let zkoušek, kde se prokazuje odlišnost odrůdy od jiných, již schválených odrůd, její stabilita a uniformita (Gilliland a Gensollen, 2010). Nicméně tato metoda, označovaná i jako GWAF (celogenomový otisk alelových frekvencí, Genome wide allele frequency fingerprint) může být využita i pro výběr výchozího šlechtitelského materiálu na základě genetické diverzity či ke korelaci alelových frekvencí specifického ekotypu vzhledem na specifické místní podmínky prostředí (Byrne et al., 2013).

V současnosti dochází také ke změně postupů v rámci asociačních studií. K identifikaci asociace DNA marker - gen se tradičně používají mapovací populace vytvořené specificky

pro studium konkrétního znaku, které umožňují relativně lehkou analýzu a porovnání genotypu s fenotypem s vysokým rozlišením a přesností. Využívají přitom vazebnou nerovnováhu mezi markerem a genem, příp. QTL. Díky tomu i samotnému mechanismu tvorby mapovací populace jsme schopni detekovat mnoho QTL, které se podílí na tvorbě znaku. Tyto populace vznikají nejčastěji ze dvou fenotypově odlišných rodičů dávající vznik populaci F_1 , která je pak zpětně křížena s jedním z rodičů či u ní proběhne samoopylení, čímž vznikne segregující populace pro daný znak. Dle Collard et al. (2005) se tyto populace dělí do dvou kategorií. Populace o definované velikosti (vzniklé samoopylením do F_2 nebo zpětným křížením) jsou tvořeny především heterozygoty, což znemožňuje další rozšíření této mapovací populace. Nicméně jsou jednoduše vytvářeny a jsou vysoce informativní. Naopak nekonečné populace jsou tvořeny především homozygoty, kteří mohou být dále množeni po mnoho let bez změny genotypu, avšak vytvoření takové mapovací populace je časově náročnější. Mezi tyto mapovací populace patří dihaploidi, rekombinantní inbrední linie, či isogenní linie. Nejvíce studií agronomicky důležitých znaků však bylo provedeno díky biparentální mapovací populaci, která je založena na hledání asociací marker - znak (Bohra, 2013). Tato mapovací populace přitom i dnes zůstává podstatnou pro detekci QTL a identifikaci vzácných alel a to i přesto, že rozlišení identifikovaných QTL je často velmi špatné a QTL interval zabírá velké úseky ramen chromozomů.

Se snižující se cenou genotypování a sekvenování následkem zvyšování kapacity a vyšší paralelizace se stále častěji uplatňuje i GWAS. GWAS je založen jako ostatní asociační studie na vazebné nerovnováze, kdy jsou však během jedné analýzy typizovány všechny DNA markery a proskenován celý genom. Stejně jako genotypizování konkrétní části genomu je síla asociace marker - gen závislá na síle vazby, neboli nenáhodné distribuci alel v různých lokusech genomu. Velikost vazebné nerovnováhy pak určuje, jakou má konkrétní DNA marker výpovědní hodnotu. S větší dostupností DNA markerů, především SNP, je však možno vyřešit i tento problém vyšším vysycením genomu DNA markery. S přibývajícemi resekvenačními aktivitami se GWAS uplatňuje hlavně u modelových rostlin jako je *Arabidopsis* nebo rýže, kde pomáhá objasnit funkci genomu a charakterizovat komplexní znaky. Tento přístup má také velké uplatnění ve šlechtění nových odrůd. V případě nalezení silné asociace markeru s příslušnou alelou genu nebo QTL, je během šlechtění možno využít selekci pomocí markeru (MAS, marker-assisted selection). Na základě nalezené alely markeru totiž můžeme s velkou pravděpodobností určit alelu specifického genu, příp. při aplikaci celogenomových genotypizačních metod, jako je GWAS, genotyp dané rostliny. Znalost genotypu zjednoduší, zrychlí a zlevní následující šlechtitelský proces, který by se jinak spoléhal pouze na fenotypovou selekci a současně může posloužit i v rámci schvalovacího řízení nové odrůdy (Yashitola et al., 2002). S větší dostupností DNA markerů a popisu jejich asociace je možno vybrat výchozí šlechtitelský materiál s ohledem na jeho genetickou variabilitu. Pomocí DNA markerů také můžeme definovat inbrední linie např. u kukuřice, které spadají do jednotlivých heterózních skupin (Reif et al., 2003). MAS však již byla využita i prakticky během selekčních programů k uchování, kombinaci i odstranění daných genotypů ze šlechtěné populace (Steele et al., 2004, 2006). Uplatněna však byla i v několika studiích využívající tzv. pyramidování genů. V těchto šlechtitelských praktikách se kombinují vhodné alely genů více než dvou rodičů a případně dochází i ke kumulaci více genů např. specifické rezistence. Takovýto přístup byl zvolen i v případě kombinace genů ze tří rodičů u ječmene, kde byly selektovány geny rezistence proti pruhovitosti ječmene (Castro et al., 2003).

Metody NGS transkriptomu představují efektivnější a rychlejší způsob izolace velkého počtu genotypově specifických DNA markerů v kódujících sekvencích a jejich spojení s užitečnými geny a fenotypy. Dalším pokrokem v sekvenačních technologiích jsou obohacovací techniky, které jsou na rozdíl od celogenomového sekvenování založeny na získání, amplifikaci a

sekvenování cílových genů pro komplexní znaky, genů s velkými exomy nebo i skupiny genů jedné biosyntetické dráhy. Jsou známé aplikace v medicíně, ale i ve šlechtění hospodářských zvířat, v menším rozsahu i u kulturních plodin (pšenice, ječmen, kukuřice, sója).

NGS a obohacovací techniky mají velký potenciál pro rychlou identifikaci genů *in silico*, detekci SNP, InDel nebo SSR markerů, pro efektivní aplikaci ve šlechtění prostřednictvím genotypování rostlin při výběrech z velkých populací. Rychlost, spolehlivost a zkrácení šlechtitelského cyklu znamenají finanční úspory na vyšlechtění odrůdy.

Sekvenování a genomické přístupy u leguminóz

S rapidně se snižující cenou nachází sekvenování stále širší uplatnění. Mnoho genomů produkčně významných plodin jako jsou rýže setá (International Rice Genome Sequencing Project, 2005), réva vinná (Jaillon et al., 2007), kukuřice setá (Schnable et al., 2009) apod. již bylo osekvenováno. Velká pozornost přitom byla věnována i rostlinám ze skupiny leguminóz. Patří sem totiž rostliny s velkým produkčním i ekologickým významem. V současnosti jsou osekvenovány genomy šesti leguminóz, přičemž dva rostlinné druhy jsou modelové: *Medicago truncatula* Gaertn. (Young et al., 2011), *Lotus japonicus* L. (Sato et al., 2008); tři druhy jsou významnými plodinami: kajan indický (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.; Varshney et al., 2012b), cizrna beraní (*Cicer arietinum* L.; Varshney et al., 2013) a sója luštinatá (*Glycine max* (L.) Merrill.; Schmutz et al., 2010); a jeden druh, jetel luční (*T. pratense* L.; Ištváněk et al., 2014), je důležitá pícnina a meziplodina. Sekvenování genomu další významné plodiny, fazolu obecného (*Phaseolus vulgaris* L.), v současnosti probíhá (www.phytozome.net). Počet predikovaných a anotovaných genů se přitom pohybuje v jednotlivých druzích od 28 tisíc do přibližně 49 tisíc (Tab. 1).

Díky srovnání všech v současnosti dostupných genomů leguminóz bylo popsáno mnoho společných i rozdílných rysů těchto rostlin. Podstatná část genomu těchto rostlin je tvořena mobilními repetitivními elementy (31 až 61%), což může být následek duplikace genomu před 60 milióny let. Největší obsah repetitivních elementů v genomu sóji je pak výsledkem jejich expanze během druhé celogenomové duplikace (Schmutz et al., 2010). Komparativní analýzou však byly objeveny také velké syntenní oblasti, především v rámci euchromatinu, které zahrnují skoro celá raménka chromozomů (Varshney et al., 2013). V těchto oblastech se přitom často nacházejí geny specifické pro leguminózy stejně jako druhově specifické, které se podílí např. na rezistenci rostliny ke stresům (Mudge et al., 2005) či metabolickém aparátu spojeném s fixací vzdušného dusíku a tvorbou kořenových hlízek (Varshney et al., 2012b). Tyto geny, označované jako geny LLR (leucin-rich repeat) či noduliny, pak často tvoří klastry právě v těchto oblastech genomu.

Některé sekvenační projekty zahrnovaly kromě celogenomového sekvenování i sekvenování transkriptomu, tzv. RNA-seq (Young et al., 2011; Varshney et al., 2012b, 2013). To umožnilo analýzu exprese jednotlivých genů i genových rodin, které odhalily podstatné rozdíly a druhově specifické expresní profily v různých pletivech jednotlivých rostlin. Sója, která má vysoký podíl olejů v semenech, vykazovala velkou expresní úroveň genů spojených s biosyntézou lipidů (Schmutz et al., 2010). Podobně tak kajan rostoucí v suchých klimatech vykazoval vysokou expresi genů spojených s odolností k suchu (Varshney et al., 2012b). Nebo v případě genomu *Medicago truncatula*, v němž bylo nalezeno přes 500 genů pro noduliny, pak více než 300 z nich mělo silnou expresi v kořenových hlízkách (Young et al., 2011).

Tabulka 1: Srovnání počtu chromozomů, velikosti genomů, počtu genů a dostupných EST (expressed sequence tag) u jednotlivých druhů leguminóz.

Rostlina	Počet chromozomů (x)	Velikost hapl. genomu (Mbp)	Počet genů	Počet EST	Literatura
<i>Medicago truncatula</i>	8	465	47845	286175	Young et al. (2011)
<i>Lotus japonicus</i>	6	472	30799	243067	Sato et al. (2008)
<i>Cajanus cajan</i>	11	833	48680	25640	Varshney et al. (2012b)
<i>Cicer arietinum</i>	8	738	28269	46064	Varshney et al. (2013)
<i>Glycine max</i>	20	1100	46430	1530030	Schmutz et al. (2010)
<i>Trifolium pratense</i>	7	418	47398	38353	Ištvánek et al. (2014)
<i>Phaseolus vulgaris</i>	11	587	31600	149769	(www.phytozome.net)

Resekvenační studie u jednotlivých druhů leguminóz, v nichž jsou sekvenovány různé rostlinné materiály v rámci jednoho druhu, pak pomohly lépe pochopit a popsat evoluční a domestikační historii (Jiao et al., 2012). Tyto studie mohou být využity také k identifikaci SNP míst použitelných pro GWAS nebo k popisu aspektů přispívajících k heteróze (Lam et al., 2010; Branca et al., 2011).

Lam et al. (2010) po resekvenování celkem 14 linií kulturní sóji a 17 planých linií provedli fylogenetickou analýzu tohoto materiálu, přitom bylo identifikováno více než 200 tisíc SNP míst umožňujících genetické mapování kvantitativních znaků - QTL nebo GWAS. U cizrny bylo sekvenováním 90 genotypů identifikováno 4,4 miliónu variant SNP (Varshney et al., 2013). NGS technologie jsou u důležitých plodin jako je sója či fazol využívány pro techniky GBS (Varala et al., 2011; Sonah et al., 2013).

Při identifikaci molekulárních markerů bylo kromě celogenomových a resekvenačních studií hojně využito i RNA sekvenování, které v posledních letech zaznamenalo velký rozvoj. Tímto způsobem byly získány DNA markery pro cizrnu (*C. arietinum*), čočku (*Lens culinaris*), podzemnici (*Arachis hypogaea*) nebo fazol (*P. vulgaris*). Sekvenování RNA má však širší uplatnění, především v oblasti studia genové exprese v různých fázích vývoje rostliny, specifických pletivech např. pro fixaci dusíku, či odpovědi na stresové podmínky. Současně sekvenováním RNA z různých rostlinných pletiv a vývojových stádií vznikají celé atlasy genové exprese pro jednotlivé druhy (Severin et al., 2010).

Šlechtění jetele a začlenění genomických nástrojů

Rod *Trifolium* patří mezi nejvýznamnější a nejpočetnější rody čeledi *Fabaceae*. V zemědělství se nejvíce uplatňují jetel luční a jetel plazivý jako pícniny, či se využívá jejich schopnosti fixace vzdušného dusíku pro obnovu úrodné půdy. Genetická analýza těchto druhů je však komplikována cizosprašností a často i polyploidním charakterem jejich genomů.

Díky sekvenačním technologiím byly naše vědomosti ohledně jetele lučního podstatně rozšířeny a počet dostupných sekvenčních zdrojů se mnohonásobně rozrostl. Nejprve díky celogenomové studii byla získána celogenomová sekvence jetele lučního, bylo popsáno zastoupení jednotlivých repeticií (45,14% genomu), byly predikovány protein kódující i protein nekódující geny, identifikovány možné DNA markery, proběhla anotace 47398 genů a jejich zařazení do metabolických drah, a byly blíže popsány a rozřazeny geny rezistence, geny pro leghemoglobiny a noduliny (Ištvánek et al., 2014). V této práci byly identifikovány kandidátní DNA markery, celkem 79579 mikrosatelitních markerů a 3714 markerů v kódujících oblastech. V kódujících sekvencích byly identifikovány i SNP markery (343027).

Jejich pokrytí v průměru 1 SNP na 144,6 bp umožňuje jejich široké využití v praktických oblastech šlechtění. Yates et al. (2014) osekvenovali transkriptom jetele lučního v rámci studie odolnosti vůči suchu. V této studii bylo seskládáno celkem 45181 kontigů v celkové délce 42 Mbp, z nichž 34534 (76%) bylo anotováno. Celkem 6262 transkriptů vykazovalo odlišnou hladinu exprese (více než dvakrát) mezi rostlinami odolnými a náchylnými k suchu. Po aplikaci stresu ve formě nedostatku závlivky se u náchylných rostlin změnila exprese většího počtu genů než u tolerantních. Velká část těchto genů spadá do skupiny řídící senescenci rostliny. Jedná se o důležitý poznatek, jelikož předčasné stárnutí v důsledku stresu je významným faktorem ve šlechtění. Sekvenční informace byla v rámci této studie použita pro vyhledání možných DNA markerů. Celkem bylo nalezeno 3127 SSR markerů a 27922 bialelických SNP míst. U SSR markerů to znamená průměrně 1 SSR marker na 13,42 kbp a u SNP markerů 1 SNP na 1,5 kb.

Sekvenování se však uplatňuje nejen při studiu jaderných genomů. Využívá se také při zkoumání mimojaderných genomů, mitochondriálního a především chloroplastového. První osekvenovaný chloroplastový genom v rámci rodu *Trifolium* byl u jetele podzemního (Cai et al., 2008), později i jetele plazivého (Sabir et al., 2014).

Závěr

Sekvenační data a další získané informace u řady plodin představují podstatný pokrok ve znalostech o jejich genomech. Vytváří základ pro využití nových molekulárně biologických metod, včetně vysokokapacitních systémů, ve šlechtitelských programech zaměřených na konkrétní druhy a cílené zlepšování konkrétních vlastností a znaků.

Dedikace

Výzkum je součástí projektu QI111A019 Ministerstva zemědělství ČR.

Použitá literatura

- Arabidopsis Genome Initiative. (2000). *Nature*, 408(6814), 796–815.
- Baird, N. A., Etter, P. D., Atwood, T. S. et al. (2008). *PloS One*, 3(10), e3376.
- Beissinger, T. M., Hirsch, C. N., Sekhon, R. S. et al. (2013). *Genetics*, 193(4), 1073–1081.
- Bohra, A. (2013). *The Scientific World Journal*, 2013, 585467.
- Branca, A., Paape, T. D., Zhou, P. et al. (2011). *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 108(42), E864–870.
- Byrne, S., Czaban, A., Studer, B., Panitz, F., Bendixen, C., Asp, T. (2013). *PloS One*, 8(3), e57438.
- Cai, Z., Guisinger, M., Kim, H.-G., Ruck, E., Blazier, J. C., McMurtry, V., Kuehl, J. V., Boore, J., Jansen, R. K. (2008). *Journal of Molecular Evolution*, 67(6), 696–704.
- Castro, A. J., Capettini, F., Corey, A. E., Filichkina, T., Hayes, P. M., Kleinhofs, A., Kudrna, D., Richardson, K., Sandoval-Islas, S., Rossi, C., Vivar, H. (2003). *Theoretical and Applied Genetics*, 107(5), 922–930.
- Collard, B. C. Y., Jahufer, M. Z. Z., Brouwer, J. B., Pang, E. C. K. (2005). *Euphytica*, 142(1-2), 169–196.
- Gilliland, T. J., Gensollen, V. (2010). In C. Huyghe (Ed.), *Sustainable use of Genetic Diversity in Forage and Turf Breeding* (s. 261–275). Dordrecht: Springer Netherlands. Dostupné z http://link.springer.com/10.1007/978-90-481-8706-5_37.
- Grodzicker, T., Williams, J., Sharp, P., Sambrook, J. (1975). *Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology*, 39 Pt 1, 439–446.
- Hegarty, M., Yadav, R., Lee, M., Armstead, I., Sanderson, R., Scollan, N., Powell, W., Skot, L. (2013). *Plant Biotechnology Journal*, 11(5), 572–581.
- Chen, H., He, H., Zhou, F., Yu, H., Deng, X. W. (2013). *Current Opinion in Plant Biology*, 16(2), 247–254.

- International Rice Genome Sequencing Project. (2005). *Nature*, 436(7052), 793–800.
- Ištvánek, J., Jaroš, M., Křenek, A., Řepková, J. (2014). *American Journal of Botany*, 101(2), 327–337.
- Jaillon, O., Aury, J.-M., Noel, B. et al. (2007). *Nature*, 449(7161), 463–467.
- Jiao, Y., Zhao, H., Ren, L. et al. (2012). *Nature Genetics*, 44(7), 812–815.
- Kumar, S., Banks, T. W., Cloutier, S. (2012). *International Journal of Plant Genomics*, 2012, 831460.
- Lam, H.-M., Xu, X., Liu, X. et al. (2010). *Nature Genetics*, 42(12), 1053–1059.
- Mardis, E. R. (2013). *Annual Review of Analytical Chemistry*, 6, 287–303.
- Lu, F., Lipka, A. E., Glaubitz, J., Elshire, R., Cherney, J. H., Casler, M. D., Buckler, E. S., Costich, D. E. (2013). *PLoS Genetics*, 9(1), e1003215.
- Mudge, J., Cannon, S. B., Kalo, P., Oldroyd, G. E. D., Roe, B. A., Town, C. D., Young, N. D. (2005). *BMC Plant Biology*, 5, 15.
- Poland, J. A., Rife, T. W. (2012). *The Plant Genome Journal*, 5(3), 92.
- Reif, J. C., Melchinger, A. E., Xia, X. C., Warburton, M. L., Hoisington, D. A., Vasal, S. K., Beck, D., Bohn, M., Frisch, M. (2003). *Theoretical and Applied Genetics*, 107(5), 947–957.
- Rothberg, J. M., Hinz, W., Rearick, T. M. et al. (2011). *Nature*, 475(7356), 348–352.
- Řepková, J., Dreiseitl, A., Lízal, P., Kyjovská, Z., Teturová, K., Psotková, R., Jahoor, A. (2006). *Euphytica*, 151(1), 23–30.
- Sabir, J., Schwarz, E., Ellison, N., Zhang, J., Baeshen, N. A., Mutwakil, M., Jansen, R., Ruhlman, T. (2014). *Plant Biotechnology Journal*, 12(6), 743–754.
- Salzberg, S. L., Phillippy, A. M., Zimin, A. et al. (2012). *GAGE: Genome Research*, 22(3), 557–567.
- Sato, S., Nakamura, Y., Kaneko, T. et al. (2008). *DNA Research*, 15(4), 227–239.
- Severin, A. J., Woody, J. L., Bolon, Y.-T. et al. (2010). *BMC Plant Biology*, 10, 160.
- Schmutz, J., Cannon, S. B., Schlueter, J. et al. (2010). *Nature*, 463(7278), 178–183.
- Schnable, P. S., Ware, D., Fulton, R. S. et al. (2009). *Science*, 326(5956), 1112–1115.
- Soldánová, M., Ištvánek, J., Řepková, J., Dreiseitl, A. (2013). *Czech Journal of Genetics and Plant Breeding*, 49(3), 95–102.
- Sonah, H., Bastien, M., Iquira, E. et al. (2013). *PloS One*, 8(1), e54603.
- Steele, K. A., Edwards, G., Zhu, J., Witcombe, J. R. (2004). *Theoretical and Applied Genetics*, 109 (6), 1247–1260.
- Steele, K. A., Price, A. H., Shashidhar, H. E., Witcombe, J. R. (2006). *Theoretical and Applied Genetics*, 112(2), 208–221.
- Varala, K., Swaminathan, K., Li, Y., Hudson, M. E. (2011). *PloS One*, 6(9), e24811.
- Varshney, R. K., Ribaut, J.-M., Buckler, E. S., Tuberosa, R., Rafalski, J. A., Langridge, P. (2012a). *Nature Biotechnology*, 30(12), 1172–1176.
- Varshney, R. K., Chen, W., Li, Y. et al. (2012b). *Nature Biotechnology*, 30(1), 83–89.
- Varshney, R. K., Song, C., Saxena, R. K. et al. (2013). *Nature Biotechnology*, 31(3), 240–246.
- Yashitola, J., Thirumurugan, T., Sundaram, R. M. et al. (2002). *Crop Science*, 42(4), 1369.
- Yates, S. A., Swain, M. T., Hegarty, M. J. et al. (2014). *BMC Genomics*, 15, 453.
- Young, N. D., Debellé, F., Oldroyd, G. E. D. et al. (2011). *Nature*, 480(7378), 520–524.

Kontaktní adresa:

Doc. RNDr. Jana Řepková, CSc.

Masarykova univerzita, Přírodovědecká fakulta, Ústav experimentální biologie

Kampus Bohunice, Kamenice 5, 625 00 Brno, Česká republika

e-mail: repkova@sci.muni.cz

POHLED ROSTLINOLÉKAŘE NA SYSTÉM INTEGROVANÉ OCHRANY ROSTLIN

Nedělník J.

Zemědělský výzkum spol. s r. o., Troubsko

V posledním období se v některých elektronických i zpravodajských médiích objevila série příspěvků, které poukazovaly na zanedbávání kontroly při provádění rostlinolékařských opatření v zemědělské praxi. Toto stanovisko, které teď čtete, není přímou reakcí na výše uvedené názory. Je spíše vyjádřením osobního názoru pisatele, který již více než 30 let pracuje ve výzkumné sféře a zabývá se rostlinolékařskou tematikou. A snad alespoň malým dílem přispěl ve svých publikacích, v certifikovaných metodikách nebo jako spoluautor několika odrůd s vyšší rezistencí k některým patogenním činitelům k zefektivnění rostlinolékařské péče v praxi.

Zdravá potravina, bezpečná potravina, zdravé suroviny či bezpečné suroviny vstupující do potravinového řetězce jsou nejvyšší metou pro všechny producenty. Ať už jsou to farmáři nebo zpracovatelé jejich produktů. Prvků, které mohou ovlivnit výslednou kvalitu, je nespočet a ne všechny můžeme ovlivnit svou činností. Tím hlavním faktorem, který je sice částečně predikovatelný, ale přesto neovlivnitelný, je počasí. Mnohé další faktory můžeme ale svou činností ovlivnit. Patří mezi ně i rostlinolékařská opatření. Věřím, že většina farmářů nejsou hazardéry a kaskadéry a k jakémukoliv zásahu na svých polích přistupují s maximálním rozmyslem a s cílem produkovat kvalitní výrobek při efektivních nákladech. Platí to i o rostlinolékařské péči.

Poprvé v tomto vyjádření použiji nyní sousloví integrovaná ochrana rostlin, ve zkratce IOR. V poslední době o ní hovoříme poměrně často, ale není to nic nového. Jde jen o to, možná více než v minulosti, využívat možnosti, které přináší šlechtění a výzkum a aplikovat je do praxe. Šlechtění ve tvorbě rezistentních odrůd, výzkum v oblasti technologické, v oblasti studia cílových i necílových organismů, prahů škodlivosti, látek, které mohou kontaminovat surovinu atd. Ve slově integrovaná se integruje princip integrované ochrany rostlin. Kombinace nechemických, biologických a chemických kroků, které ve finále zajistí zdravou rostlinu. I kroky EU v často vzpomínané směrnici č. 128 z roku 2009 právě k tomuto směřují. ČR ve srovnání, především se zeměmi západně od nás, je ve spotřebě pesticidních látek spíše na nižší úrovni. Kolegové v Nizozemsku, Belgii i Německu při jejich hektarových látkách účinných látek mají větší prostor pro jejich snižování. Ze statistik ÚKZÚZ vyplývá, že v ČR došlo po velmi značném útlumu využívání přímých prvků ochrany rostlin po roce 1989 k určitému oživení. Po roce 2010 začala stoupat spotřeba přípravků na ochranu rostlin, v posledním sledovaném roce se růst zastavil.

Tento příspěvek v žádném případě není o obhajobě bezmezného používání pesticidních látek v zemědělství. Jen tak na okraj se domnívám, že téměř žádné jiné chemikálie vstupující do životního prostředí nejsou před povolením podrobeny tak důkladným environmentálním a toxikologickým analýzám, což je jediné dobře. Hledejme ve výzkumu i praxi nechemické alternativy s prokazatelně srovnatelným efektem. Za své mnohaleté působení ve výzkumu jsem osobně laboroval téměř se všemi bakteriálními či houbovými organismy, které můžeme potenciálně využít v ochraně rostlin. Znalosti určitě pokročily, přesto pro plošné využívání těchto biologických přípravků na ochranu rostlin, které jsou založeny na živých organismech, platí ten jediný faktor, který nemůžeme příliš ovlivnit, a to je počasí. Mnohdy, především

v polních podmínkách, je zcela limitující. Rezistence je velmi efektivní cestou jak eliminovat působení škodlivých činitelů, je to ale cesta poměrně delší a patogenní organismy velmi rychle vytvářejí nové rasy, kterými překonávají stávající úroveň rezistence. Bezesporu ale touto cestou musíme jít. A nijak se netajím tím, že jsem při respektování všech pravidel předběžné opatrnosti, i zastáncem využívání GMO. Osobní několikaleté zkušenosti s tzv. Bt hybridy kukuřice jsou podkladem pro tento názor. Rok 2014 a historicky nejvyšší obsahy mykotoxinů v zrna kukuřice nejen v naší republice, ale v mnoha dalších zemích Evropy ukázaly na mezeru v technologii pěstování této plodiny. A je třeba klást si otázku zda LD50 potenciálně použitelných fungicidů proti producentům mykotoxinů není daleko menším zlem než LD50 těchto vysoce toxických sloučenin. Aby bylo úplně jasné, myslím tím právě mykotoxiny.

Svět není černobílý, ani život není černobílý, ani ochrana rostlin není pouze v těchto dvou barvách. Mnohdy je třeba hledat kompromisní řešení, mnohdy je ale také třeba říkat jasný názor. Pokusím se nyní o něj. Dle mého názoru není v současné době a dlouho do budoucna ještě nebude možné pěstování rostlin bez smysluplné kombinace všech exaktně doložených prvků integrované ochrany rostlin včetně využívání již zmíněných chemických i nechemických způsobů ochrany. Plně respektuji systémy ekologického zemědělství, velmi si vážím systému integrované produkce, ale v obecném zemědělství, pokud dosáhneme vyššího zastoupení všech dnes dostupných prvků integrované ochrany bude to jen ku prospěchu nejen farmáře, ale především spotřebitele. Troufám si tvrdit, že pokud farmář používá přípravky na ochranu rostlin ať už chemické či nechemické v souladu s etiketou, tak spotřebiteli nehrozí žádná rizika. Pokud je někdo hazardér a používá např. nepovolené tank-mixy, tak je to potom spíše o lidské hlouposti než o čemkoliv jiném. Ano, občas při využívání těch nejmodernějších analytických metod se v potravinách objeví rezidua některých účinných pesticidních látek. Pokud mám dobré informace, tak ale v drtivé většině jsou pod hygienickými limity. Oponenti teď mohou namítnout, že stanovujeme jednotlivé látky a jejich účinky nesčítáme. Souhlas. Studium synergií nejen u reziduálního působení pesticidů, ale také synergie při záchytu kontaminantů biologického původu je velká výzva pro výzkum. Pokud se podíváme na záchyty reziduí, např. ve vodách, tak se velmi často objevují látky dnes již zakázané. Záchyty DDT jsou poměrně časté a ještě nějakou dobu budou frekventované. Nemůžeme ale tento fakt interpretovat tak, že všechny pesticidy budou mít takový dopad do životního prostředí, při současném povolovacím procesu se již toto nemůže stát. A zároveň je třeba, dle mého, korektně zmínit, že aplikace DDT v minulém století zachránila miliony životů a vlastně i dnes zachraňuje v Africe, protože tam bylo znovu povoleno vzhledem k tomu, že nemáme alternativu.

Počasí je faktor, který neovlivníme, a u kterého je vysoká míra nejistoty. Co můžeme ale tvrdit s jistotou je demografický vývoj na této planetě a 9 miliard obyvatel za 30 let bude realitou. Tlak na produkci potravin, na kvantitu i kvalitu bude obrovský. Integrovaná ochrana rostlin může být jedním z rozhodujících faktorů. Diskutujme o jednotlivých prvcích, ale mějme na paměti, že základ je právě ve slově integrace.

Kontaktní adresa:

RNDr. Jan Nedělník, Ph.D.
Zemědělský výzkum, spol. s r.o.
Zahradní 1, 664 41 Troubsko
e-mail: nedelnik@vupt.cz

PROMĚNNÉ VLASTNOSTI PŮDY V POSLEDNÍCH LETECH

Changing soil properties of late years

Badalíková B., Novotná J.

Zemědělský výzkum, spol. s r. o. Troubsko

Abstrakt

Příspěvek se týká posouzení vybraných fyzikálních a chemických vlastností v poloprovozním polním pokusu v bramborářské výrobní oblasti. Půdy jsou zde zařazeny do typu - hnědé půdy, zmitostním složením lehké, hlinitopísčité, hloubka ornice do 25 cm. V práci byly sledovány varianty s orbou a s mělkým kypřením s meziplovinou žito svatojánské-lesní (*Secale cereale* L. var. *multicaule* METZG. ex ALEF).

Klíčová slova: půda, zpracování půdy, vlastnosti půdy

Abstract

This paper assesses selected physical and chemical properties of soil in a pilot field trial in potato production areas. Soils at this locality are classified into type - brown soil, light, loamy, soil depth to 25 cm. The work has followed two variants: one with plowing and second shallow loosening with the catch crop forest rye (*Secale cereale* L. var. *multicaule* METZG. ex ALEF).

Key words: soil, soil tillage, soil properties

Úvod

Půda je jednou ze základních podmínek existence člověka a hlavní součástí lidské civilizace vůbec. Je základním předpokladem pro realizaci zemědělské výroby a je s ní nerozlučně spjata výroba produktů nutných k obživě. Krejčíř (1990) definuje půdu jako heterogenní, vícefázový oživený systém, který se vyznačuje určitými vlastnostmi fyzikálními, chemickými a biologickými. Půda tvoří svrchní část pevného zemského povrchu – pedosféru, která vzniká na tzv. kůře zvětrávání. Půdu je třeba chápat komplexněji jako složku přírodního prostředí, která spolu s atmosférou, hydrosférou a biocenózou tvoří funkční ekologický systém zvaný ekosystém. Půda je výsledkem půdotvorného procesu, při němž se půdotvorná hmota přetváří v jednotlivé půdní typy a druhy. Obdobně jako ostatní složky životního prostředí ovlivňují půdu, tak také zpětně půda působí na ostatní složky. Tento vzájemný vliv znamená, že zásah do jedné složky ekosystému je zásahem do ekosystému jako celku (Prax a kol., 1995).

Půdní úrodnost

Základní vlastností, která se u půdy hodnotí, je její úrodnost. Můžeme ji definovat jako schopnost půdy produkovat úrodu, především kulturních zemědělských plodin. Úrodnost půdy však nelze charakterizovat jednou nebo několika jejími vlastnostmi, ale je výslednicí působení velmi složitého souboru vlastností, které se vzájemně ovlivňují. Mezi prvořadě půdní vlastnosti, které nám určují půdní úrodnost, zahrnujeme fyzikální vlastnosti půdy. Tyto vlastnosti mohou být značně proměnné (teplota, obsah vody v půdě, apod.), což vede ke kvalitativním změnám půdních vlastností a tím i ke změně úrodnosti půdy. K tomu se váže i dostatečné množství organické hmoty v půdě (Pranagal, 2004), jak už bylo řečeno, které nám zaručuje rovnováhu mezi jednotlivými fyzikálními vlastnostmi během rozdílných klimatických podmínek během vegetace.

Úrodnost půdy dělíme na:

- a) potenciální přirozená úrodnost
- b) skutečnou nebo-li efektivní úrodnost

Potenciální, čili přirozená úrodnost půdy, je půda, která doposud nebyla zapojena do zemědělského produkčního procesu a nebyla člověkem využívána. Vyvíjí se přirozeně z povrchových zvětralin zemské kůry, ze zbytků ústrojných a živých organismů žijících v půdě i na půdě a působením podnebí. Jsou to půdy přírodní, panenské.

Skutečná čili efektivní úrodnost je výsledkem působení člověka, jehož cílem je vytvoření podmínek pro vysokou produkční schopnost půd k jeho užitku. Neustále zkulturuje půdy agrotechnickými úkony, při kterých se mění nejen biologické, chemické a fyzikální vlastnosti půd, ale také půdotvorný proces. Může pak docházet k pozitivnímu zkulturnění, kdy se z méně hodnotného typu půdy stává půda hodnotnější (úprava vodního režimu) či zkulturnění zasolených půd. Naopak může docházet k negativnímu zkulturnění, což je zhoršení úrodnosti půdy zmenšením a zhoršením kvality humusu, zhoršením struktury půdy, vyčerpáním živin, poklesem mikrobiální činnosti nebo zhutněním.

Proto podstata zkulturnění půd, tedy zásah člověka do jejich geneze a evoluce, tkví v tom, že člověk při změně kvantitativní a kvalitativní účasti a vztahu faktorů mění podmínky prostředí, aby se původní půdotvorné procesy zesilovaly nebo zmírňovaly. Výsledkem toho dostává půdotvorný proces jiný směr a půda nové vlastnosti, a to buď pozitivní, nebo i negativní.

Udržování optimálního poměru mezi jednotlivými půdními vlastnostmi je třeba považovat v systému hospodaření na půdě za jeden z klíčových prostředků pro regulaci a kontrolu základních podmínek úrodnosti půdy.

Zpracování půdy

Zpracování půdy bezprostředně souvisí s mírou jejího zhutnění. Zpracování půdy jako ekonomicky a energeticky nejnáročnější agrotechnické opatření má za úkol vytvořit vhodné podmínky pro kvalitní založení porostů, jejich růst, vývoj a tvorbu výnosů plodin. Jedním z hlavních cílů zpracování půdy je ovlivňování půdních procesů, především úpravy fyzikálních, chemických a biologických vlastností půdy.

Jednou z hlavních vlastností ovlivňovanou zpracováním půdy je její objemová hmotnost, avšak samotné zpracování půdy má menší vliv na její stabilizaci. Právě objemová hmotnost je obvykle užívána jako nejdůležitější veličina pro vyjádření fyzikálního stavu půdy. Jejím zvyšováním nebo snižováním je ovlivňována rychlost mineralizace organické hmoty. Vyšší objemová hmotnost mění poměr mezi vodní a vzdušnou kapacitou úměrně ve prospěch vodní kapacity, snižuje celkovou pórovitost a zvyšuje podíl kapilárních pórů, které jsou do značné míry příčinou zlepšeného vodního režimu a zásobování rostlin vodou v průběhu vegetace (Badalíková., Kňákal, 2000).

Různé technologie zpracování půdy ovlivňuje půdní prostředí následně úrodnost a je na konkrétním zemědělci, zda bude hospodařit na půdě takovým způsobem, aby co nejméně docházelo k poškození půdy a nevratným degradačním procesům.

V zemědělské praxi se stále více uplatňují při zpracování půdy a zakládání porostů hlavních polních plodin takové agrotechnické zásahy a postupy, které jsou charakteristické zejména redukcí hloubky a intenzity zpracování půdy, ve spojování pracovních operací včetně setí, ponecháním zbytků rostlin na povrchu nebo ve svrchní vrstvě půdy (Tebrügge, Düring, 1999). Takto charakterizované technologické postupy zpracování půdy a setí se obecně považují za technologie minimalizační a současně i za půdoochranné.

Obděláváním půdy se především mění fyzikální stav půdy, na němž je bezprostředně závislý vodní, vzdušný, biologický a tepelný režim půdy. Je také významným prostředkem boje proti plevelům, škůdcům a chorobám. Má pomáhat zvyšovat úrodnost půdy a vytvářet optimální podmínky pro růst a vývoj rostlin. Názory na obdělávání půdy se liší z hlediska přesvědčení, ale jsou dány i možnostmi stanovištními. Základní zpracování půdy se tedy diferencuje podle půdních a klimatických podmínek. Motivací k zavádění snižování hloubky zpracování půdy

nebo vypouštění některých operací byla především nutnost obměny běžného zpracování půdy u půd vystavených větrné a vodní erozi, nedostatek času ke zvládnutí sledu všech kultivačních operací či bylo k dispozici málo výkonné techniky. Při zavádění těchto minimalizačních technologií je však nutné dodržovat určitý řád a řešit celou agrotechniku v komplexu, tzn. včetně promyšlené ochrany proti plevelům, chorobám a škůdcům. Zvláště výskyt plevelů je u těchto technologií četnější a proto jen nutná znalost účinnosti a aplikace herbicidů v dané oblasti, aby nedocházelo ke zbytečnému zvýšení nákladů.

Materiál a metody

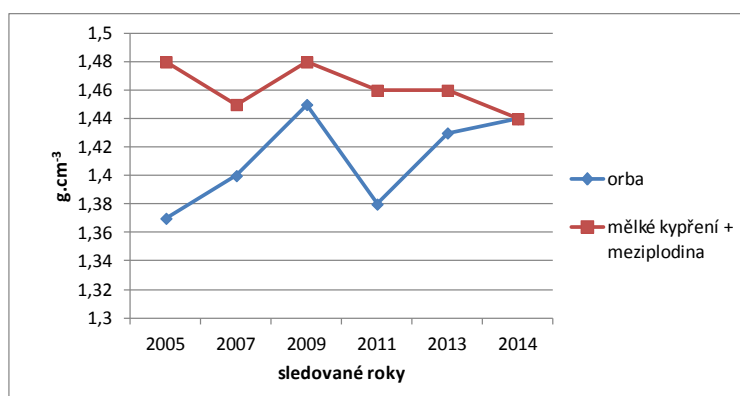
Hodnocení probíhalo v regionu Budišov v okrese Třebíč, v bramborářské výrobní oblasti, na hnědých půdách, zrnitostním složením lehkých, hlinitopísčitých, středně zásobených živinami s půdní reakcí slabě kyselou. Z vlastností půdy, které byly hodnoceny, byly sledovány: z fyzikálních vlastností půdy – objemová hmotnost redukovaná (O_{Hr}), půdní struktura; z chemických vlastností půdy – obsah humusu, resp. Cox. Fyzikální vlastnosti půdy byly získány klasickou metodou odběrem neporušených vzorků do Kopeckého válečků, struktura půdy byla zjišťována prosíváním suchých vzorků a chemické vlastnosti půdy konkr. celkový obsah Cox, resp. humus, byl stanoven oxidimetrickou titrací podle Nelson a Sommers (1982). Vzorky půdy byly odebírány na konci vegetace z orniční vrstvy do 25 cm.

Výsledky

Objemová hmotnost je hmotnost objemové jednotky půdy v neporušeném stavu, tj. s póry vyplněnými momentním obsahem vody a vzduchu. Její hodnota je závislá na měrné hmotnosti, na podílu pórů v půdě a míře jejich zaplnění vodou. Objemová hmotnost suché půdy (objemová hmotnost redukovaná - O_{Hr}) je hmotnost jednotkového objemu vysušené půdy. Je to hodnota stálější a ve svrchních vrstvách půdy se pohybuje v rozmezí 1,2 – 1,5 g.cm³. Směrem do spodiny tato hodnota vzrůstá. Indikuje kyprost nebo ulehlost půdy a je potřebná pro výpočet pórovitosti (Pokorný a kol., 2012). K utužení hlinitopísčité půdy by došlo, pokud by byla objemová hmotnost vyšší jak 1,60 g.cm³. To v našem případě nedošlo jak je patrné z grafu 1.

Fyzikální vlastnosti ornice – objemová hmotnost – se pohybuje v rozmezí od 1,37 do 1,46 g.cm³, tedy pod hranici uváděné mezní hodnoty pro daný půdní druh. Během sledovaných let však dochází k vyrovnávání O_{Hr} mezi variantami. Zatímco v roce 2005 byly hodnoty O_{Hr} mnohem nižší u varianty orané, postupem let se utuženost ornice srovnávala až na stejnou hodnotu v roce 2014. Ukázalo se tedy, že na O_{Hr} má vliv jak zpracování půdy, tak pěstovaná mezplodina.

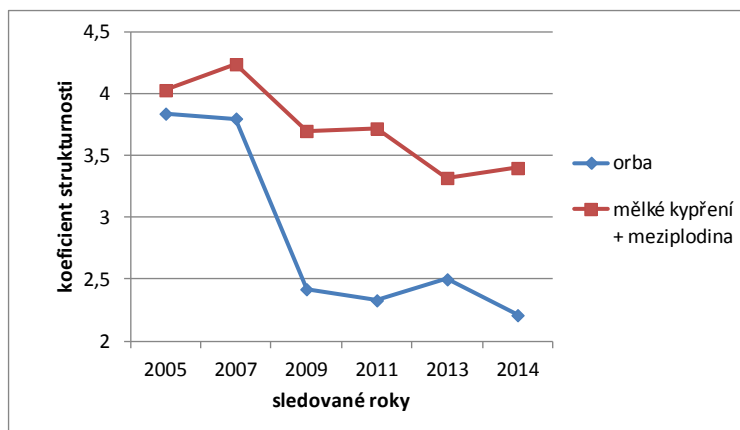
Graf 1: Objemová hmotnost redukovaná za sledované roky 2005 - 2014



Struktura půdy je opět odrazem hospodaření na půdě. Rozpad půdní struktury se přiřazuje k degradacím negativně ovlivňujícím podzemní části rostlin a půdní edafon. Dochází

k narušení optimálního poměru vzduchu a vody v půdě. Na rozpadu se podílí mechanické síly (zvolená mechanizace), fyzikálně-chemické jevy (acidita, obsah draslíku a sodíku), biologické procesy (mineralizace humusu) a špatné osevní postupy. Vývoj půdní struktury během sledovaných let je znázorněn v grafu 2 pomocí koeficientu strukturnosti (KS). Výše hodnoty naznačuje, v jakém strukturním stavu se půda nachází. Čím je KS vyšší, tím je lepší půdní struktura. Z grafu je patrné, že mělké kypření se zasetou meziplodinou na podzim má vyšší KS a tedy lepší půdní strukturu než varianta oraná bez meziplodiny. Sice dochází k poklesu hodnot KS současně u obou variant během šestiletého sledování, což mohlo být způsobeno pěstovanou monokulturou kukuřice, ale stále je KS vyšší u varianty mělce kypřeně. Téměř každá monokultura zhoršuje půdní podmínky. Půda je jednostranně vyčerpávána po stránce živin i organické hmoty, a tím dochází k degradaci půdní struktury.

Graf 2: Vývoj půdní struktury za sledované roky



Obsah humusu

Humus je tvořen zbytky rostlinných a živočišných organismů, které jsou v různém stupni rozkladu, nacházejících se na půdě nebo v půdě a s půdou v různém stupni smíšené. Hodnocení půd podle obsahu humusu je uvedeno v tab. 1.

Tab.1: Hodnocení obsahu humusu (Kutílek 1978)

Půdy	Obsah humusu v půdách (% hmot.)	
	lehkých	středních a těžkých
Bezhumózní	0	0
Slabě humózní	pod 1	pod 2
Středně humózní	1 – 2	2 – 5
Silně humózní	nad 2	nad 5

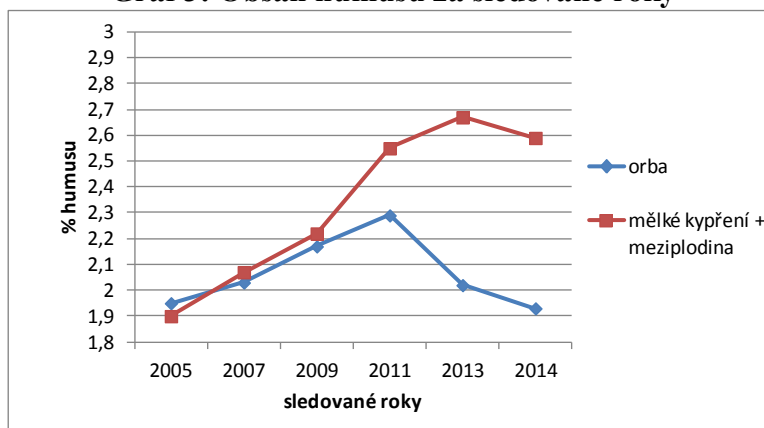
Na význam půdní organické hmoty je poukazováno zejména ze dvou hledisek:

- 1) sekvestrace (zadržování) uhlíku – přispívání i ke zmírnění klimatických změn,
- 2) udržování kvalitativních vlastností půdy (podílu organické hmoty, humusu) z hlediska plnění produkčních a ekologických funkcí půdy.

Půdní humus se tvoří jen v podmínkách přiměřeného poměru mezi půdním vzduchem a vodou při dostatku minerálních živin, při vhodné půdní reakci a působením komplexu půdní mikrobioty. Význam organického hnojení spočívá také v jeho kvalitě, množství a způsobu zapravení do půdy, což ovlivňuje fyzikální, chemické i biologické vlastnosti půdy a tím živinný stav pro potřebu rostlin (Prax, 1997). Přísun organického materiálu může být různý např. formou hnoje, kompostu, posklizňových zbytků, slámy či zaorávání meziplodin.

V grafu 3 je uveden obsah humusu během šestiletého sledování. Výsledky ukazují na postupné zvyšování obsahu humusu (resp. Cox) u varianty mělce kypřené se zasetou mezipločinou. Je to dáno zvyšováním obsahu organické hmoty v půdě díky ponechání zbytků kořenového systému mezipločiny a zpracováním půdy. Mělké zpracování půdy znamená zlepšení hospodaření s půdní vodou, snižuje výpar a podporuje zvýšení obsahu půdní organické hmoty a vytvoření lepších podmínek pro humifikaci.

Graf 3: Obsah humusu za sledované roky



Závěr

Na základě výsledků získaných šestiletým sledováním (2005 – 2014) vybraných fyzikálních a chemických vlastností půdy na hlinitých půdách v bramborářské výrobní oblasti, bylo zjištěno, že technologie zpracování půdy mělké kypření a setí mezipločiny podporuje lepší půdní podmínky a snižuje tak degradační procesy v půdě. Hodnoty objemové hmotnosti redukované byly na počátku měření nižší, ale v průběhu let se vyrovnávaly s variantou mělce kypřené. Vývoj půdní struktury byl lepší u varianty mělce kypřené, v průběhu let se však zhoršoval u obou variant. Obsah humusu byl jednoznačně vyšší u varianty mělce kypřené s mezipločinou oproti variantě orané.

Dedikace

Příspěvek vznikl s podporou MZe ČR projektu č. QJ1210263 v rámci programu Komplexní udržitelné systémy v zemědělství „KUS“ a z (částečné) institucionální podpory na dlouhodobý koncepční rozvoj výzkumné organizace.

Použitá literatura

- Badalíková B., Kňákal Z. (1997): An influence of the management upon the physical properties of soil. In Sb.: Agrochemical and ecological aspects of soil tillage. Tom 1A/9 - 7, Puławy, Poland, p. 55-58.
- Krejčíř J. (1990): Obecná produkce rostlinná. Skriptum, MZLU, Brno, 133 s.
- Kutílek M. (1978): Vodohospodářská pedologie. SNTL, Praha, 295 str.
- Nelson D. W., Sommers L. E. (1982): Total carbon, organic carbon, and organic matter. In: Page, A. L., Miller, R. H. and Keeney, D. R. (eds.) Methods of soil analysis. Part 2. ASA, Madison, Wisconsin. 539–579.
- Pranagal J. (2004): Wpływ systemu uprawy na zawartość węgla organicznego w glebie. Annales UMCS, Sec. E 59(1): 1-10.
- Prax A. a kol. (1995): Půdoznalství. Skriptum, MZLU, Brno, 61 s.
- Prax A. (1997): Ubývá půdní humus. Úroda, roč.45, č.7,s. 24 - 27.

- Pokorný E., Brtnický M., Denešová O., Podešvová J. (2012): Charakteristika antropogenní degradace černozemí luvických v oblasti Hané. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 91s.
- Tebrügge F., Düring R.A. (1999): Reducing tillage intensity – a review of results from a long term study in Germany. Soil Till. Res. 53: 15-28



Obr. 1: Kukuřice setá do desikované meziplodiny žito svatojánské

Kontaktní adresa:

Ing. Barbora Badalíková
Zemědělský výzkum, spol. s r. o.
Zahradní 1, 664 41 Troubsko
e-mail: badalikova@vupt.cz

ROSTLINNÁ PRODUKCE A OBNOVITELNÉ ZDROJE ENERGIE**Plant production and renewable energy sources****Diviš J.***Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta***Abstrakt**

V rostlinné produkci je akumulovaná energie slunečního záření. Využití této akumulované energie jako obnovitelného zdroje energie je možné:

- Biomasa vhodná na spalování (sláma)
- Biomasa vhodná na výrobu bioplynu (zelená hmota)
- Biomasa vhodná na výrobu kapalných biopaliv (olejnatá semena).

Pro Českou republiku je využití biomasy v bioplynových stanicích jedním z nejvýznamnějších zdrojů obnovitelné energie. Bioplynové se staly významné z pohledu využití záměrně pěstované rostlinné produkce.

Klíčová slova: rostlinná produkce, obnovitelné zdroje energie

Abstract

In plant production is accumulated solar energy. The use of stored energy as a renewable energy, it is possible:

- Biomass suitable for burning (straw)
- Biomass suitable for biogas (green mass)
- Biomass suitable for producing liquid biofuels (oilseed)

For the Czech Republic, the use of biomass in biogas plants, one of the most important renewable energy sources. Biogas station have become important in terms of utilization of intentionally planted crop production.

Key words: plant production, renewable energy source

Úvod

Člověk obnovitelné zdroje využívá již v dávné minulosti a stačily krýt potřebu člověka. Populační růst civilizace přinesl skutečnost, že přibližně od 19. století přestaly být obnovitelné zdroje samy schopné krýt požadovanou spotřebu. Koncem 19. století se již objevuje obava vyčerpání fosilních paliv a vedou se první úvahy o obnovitelných zdrojích energie. Skutečný zájem o řešení náhrady energie z fosilních paliv se objevuje v polovině 70. let 20. století. V této souvislosti se objevují i definice v zákonu v roce 1992 a 2005.

Definice z roku 1992, obnovitelné přírodní zdroje mají schopnost se při postupném spotřebování částečně nebo úplně obnovovat, a to samy nebo za přispění člověka. V zákoně z roku 2005 o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie je uvedena tato definice „Obnovitelnými zdroji se rozumí obnovitelné nefosilní přírodní zdroje energie, jimiž jsou energie větru, energie slunečního záření, geotermální energie, energie vody, energie půdy, energie vzduchu energie biomasy, energie skládkového plynu, energie kalového plynu a energie bioplynu.

Biomasa představuje cca 80 % podíl z celkového využitelného potenciálu obnovitelných zdrojů energie v ČR (MZe, 2013).

Využití biomasy jako zdroje energie

- tuhá paliva
- kapalná paliva
- plynové biostanice

EU v současné době sleduje dva cíle týkající se biopaliv:

- 1) do roku 2020 získávat 10 % paliv určených pro dopravu z obnovitelných zdrojů;
- 2) omezit využívání půdy omezením podílu biopaliv vyráběných z potravinářských plodin na 10% – nenarušit potravinovou bezpečnost.

Akční plán pro biomasu v ČR na období 2012-2020 uvádí potenciál jednotlivých druhů biomasy, její efektivní využití a zohlednění potravinové bezpečnosti.

Největší nárůst výroby elektřiny z bioplynu – nárůst o 52,7 % - byl spojen s podporami pro bioplynové stanice. Česká bioplynová asociace ke konci roku 2014 eviduje 507 bioplynových stanic.

Bioplynové stanice jsou pro zemědělce v mnoha směrech přínosem. Pro zemědělce představují nový zdroj pravidelných a stabilních příjmů. Bioplynová stanice představuje jednu z mála možností, kdy zemědělec svou produkci – elektrickou energii a teplo – prodává přímo konečnému odběrateli. Důvody, které vedly a vedou k výstavbě zemědělských bioplynových stanic po roce 2005 (Kajan 2011).

- finanční a legislativní podmínky
- pokles stavu hospodářských zvířat
- nízká cena rostlinných komodit
- využití mechanizačního vybavení a stavebních objektů
- deklarovaná jednoduchost, nenáročnost a návratnost u bioplynových stanic
- pravidelný příjem provozovatele bioplynové stanice.

Bioplynové stanice zemědělského typu se staly významné z hlediska využití zemědělské půdy pro pěstování a uplatnění biomasy.

Česká bioplynová asociace v roce 2015 eviduje 543 bioplynových stanic:

Zemědělské	382	výkon	311,76 MW
ČOV	98	výkon	21,42 MW
Skládky	56	výkon	18,68 MW
Průmyslové	9	výkon	6,64 MW
Komunální	7	výkon	4,05 Mw

V množství elektřiny vyrobené z bioplynu se Česká republika dostala v rámci EU na páté místo.

Libra, Poulek (2007) uvádí, že pro Českou republiku je biomasa a její využití v BPS jedním z nejvýznamnějších obnovitelných zdrojů energie.

Podmínky pro využití biomasy v bioplynových stanicích (Deublein, Steinhauser 2008).

Druh rostlin pro BPS

- pro dobrou výtěžnost bioplynu je důležitý výběr druhu rostlin, odrůdy nebo hybridu
- ranost – dosahovat sušiny nad 25 %
- co nejvyšší výnosový potenciál biomasy s odpovídajícím obsahem sušiny.
- ročníková stabilita výnosu
- vysoký výnos metanu

Sklizeň a konzervace

- pečlivé a kvalitní silážování
- optimální obsah sušiny 28-34 %
- v případě kukuřice narušení zrna

- délka řezanky do 8 mm

Odběr substrátu

- ze silážního žlabu je nutné substrát odebírat tak, aby docházelo k co nejmenšímu provzdušnění stěny siláže.
- odebranou hmotu bez zbytečného meziskladování vložit do fermentoru.

KUKUŘICE

V současné době je kukuřičná siláž ve většině případů vnímána jako nejvýznamnější a nej kvalitnější substrát do bioplynové stanice.

Aby byla zabezpečena kvalitní a dostatečná produkce biomasy, je nutné správně zvolit hybrid. Základním předpokladem je vysoký výnos sušiny. Každý pěstitel by měl při výběru hybridu respektovat místní půdní a klimatické podmínky. Vhodné je volit hybridy doporučené pro bioplynové stanice. Je prokázáno, že „energetické hybridy“ poskytují vyšší výtěžnost bioplynu a metanu ve srovnání se hybridy na siláž.

Při pěstování kukuřice pro bioplynové stanice se dodržují stejné zásady jako při pěstování silážní kukuřice pro výživu skotu. Vysoký obsah škrobu není příliš vhodným zdrojem energie při fermentačním procesu. Při krmení dobytka je škrob důležitý. Silážní hmota je v tomto případě zpracována přibližně do 24 hodin. U bioplynové stanice však proces trvá déle – 40-100 dní (Zimolka, 2008). Pro výrobu bioplynu je možné využít i hybridy s vyšším číslem FAO než je doporučováno pro danou pěstitelskou oblast.

Pěstování kukuřice do bioplynových stanic přináší nárůst ploch a s tím i určitá rizika:

- nárůst zastoupení kukuřice v osevním postupu nebo sledu
- zařazování kukuřice v osevním postupu po sobě
- nárůst podílu fulvokyselin při řazení kukuřice v osevním postupu po sobě
- dodržování podmínek dobrého zemědělského a environmentálního stavu DZES 5

Pro udržení celoročního kvalitního a potřebného množství substrátu pro bioplynové stanice, který je vypěstován na orné půdě – jak ukázal rok 2013 a 2015 – nemusí být vhodné založit to pouze na kukuřice. V nabídce pro zemědělce jsou plodiny, které mohou diverzifikovat skladbu substrátu do bioplynových stanic.

ČIROK

Vhodnou alternativou plodin na orné půdě pro výrobu bioplynu může být čirok. Podobně jako kukuřice, poskytuje čirok vysoké výnosy nadzemní biomasy vhodné pro silážování a následnou produkci bioplynu. Na rozdíl od kukuřice je čirok odolnější suchu, ale na druhé straně pomaleji dosahuje vhodného obsahu sušiny v době sklizně. Vyrovnání se s tímto problémem je otázka nabídky a volby vhodného genotypu. V podmínkách ČR jsou důležité především rané odrůdy čiroku (Hermuth a kol. 2012). Čiroky jsou náročnější na teplo a vyžadují pozdnější setí v druhé polovině května.

U porostů čiroku na rozdíl od kukuřice nejsou zaznamenány téměř žádné škody způsobené černou zvěří. Čirok může být i nákladově levnější v případě, že u kukuřice je potřebná aplikace insekticidů proti zavíječi kukuřičnému. I když u čiroku je zaznamenána nižší produkce metanu, vysokým výnosem sušiny z 1 ha se produkcí metanu z 1 ha vyrovná kukuřici.

Čirok je brán jako širokořádková plodina, u které je nutné uplatnit protierozní opatření při zařazení na mírně erozně ohrožené pozemky.

ŽITO, TRITIKALE

Dalšími plodinami, na orné půdě, které mají využití v produkci bioplynu je žito a tritikale. Pěstování žita a tritikale se neliší od technologie pěstování na zrna. Důležitá je volba vhodné

odrůdy a doby sklizně, která leží mezi mléčnou zralostí a voskovou zralostí obilí. Přesnější údaj je obsah sušiny, která má být mezi 32-35 %. Později stoupá obsah ligninu a výtěžnost bioplynu klesá (Petr a kol. 2008).

V současné době firmy obchodující s osivy nabízejí širokou nabídku odrůd žita a tritikale s vysokou produkcí biomasy vhodné pro produkci bioplynu a dosahují obsah sušiny mezi 30-35 % v druhé polovině června. To umožňuje využít pozemek k založení porostu s dnes nabízenými kvalitními hybridy kukuřice s vegetační dobou 100-110 dní. Tímto způsobem se získají dvě sklizně kvalitní biomasy s menším rizikem vlivů stresu ročníku na dosažený výnos biomasy během vegetace a s příznivým účinkem na půdu.

Odrůdy žita pro senážní účely: Helltop, Hellvus, Herakles - sklizeň polovina června

Odrůdy tritikale pro senážní účely: Sequenz, Balu PZO - sklizeň polovina června

Hybridy kukuřice pro následný výsev:

Oseva Bzenec: Pyroxenia, Zeta 140S - extrémně rané hybridy využitelné jako mezíplodina KWS : Coryphee

Tento systém pěstování umožní zvýšení jistoty dosažení potřebné produkce biomasy pro krmení skotu a zabezpečení substrátu pro bioplynové stanice.

Výsledky dosažené v experimentech

V pokusech založených v letech 2007 -2009 byla dosažena následující produkce metanu u vypěstované biomasy

Produkce metanu u substrátů do bioplynové stanice

Kukuřice – hybrid energetický	383 NL/kg OL
- hybrid silážní	358 NL/kg OL
Čirok	263 NL/kg OL
Tritikale, žito	257 NL/kg OL
Srha	231 NL/kg OL
Ovsík	264 NL/kg OL
Luční porost	216 NL/kg OL

V pokusech , kde byl porovnány hybridy kukuřice a čiroku byla dosažena následující produkce.

Výnos biomasy, obsah a výnos sušiny průměr 2011 - 2012

Hybrid	Výnos biomasy t.ha ⁻¹	Obsah sušiny %	Výnos sušiny t.ha ⁻¹
kukuřice			
ATLETICO	34,7	38,2	13,2
GOMES	35,3	37,8	13,3
čirok			
ZERBERUS cukrový	72,5	29,8	21,6
ARFRIO zrnový	38,9	29,6	11,5

Hybridy kukuřice Atletico a Gomes - hybridy doporučené pro bioplynové stanice se ve výnosu a obsahu sušiny nelišily. Jejich obsah sušiny v polovině září překročil doporučenou hranici 35%. Výnos sušiny u obou hybridů kukuřice byl totožný. Hybrid čiroku cukrového Zerberus dosáhl dvojnásobného výnosu biomasy ve srovnání s hybridy kukuřice. Obsah sušiny odpovídá dolní hranici doporučeného obsahu. Výnos sušiny překročil 20 t.ha⁻¹. U zrnový hybridu čiroku Arfrio bylo dosaženo nepatrně vyššího výnosu ve srovnání s hybridy kukuřice, ale nižší obsah sušiny znamenal snížení výnosu sušiny o 1,7 až 1,8 t.ha⁻¹.

Závěr

Produkce bioplynu z 1 ha je výrazně závislá na dosaženém výnosu biomasy a obsahu sušiny. Pěstitel volbou plodin a pěstitelskou technologií rozhoduje o výši a kvalitě produkce pro energetické účely a využití potenciálu odrůd a hybridů zvolených plodin. V současné době má pěstitel při zajišťování potřeb živočišné výroby a bioplynové stanice možnost volit více plodin a způsobů jejich pěstování, které výrazně sníží nebezpečí stresů vlivem počasí, s kterými se setkal v roce 2013 a 2015

Výroba bioplynu v zemědělských bioplynových stanicích je integrální součástí venkova. Vychází z produkce zemědělských podniků a digestát jako hnojivo vrací minerální prvky zpět do půdy. Zásadním přínosem je pravidelný finanční přínos z prodané elektrické energie a případně tepla.

Literatura:

- Anonym (2013): Možnosti energetického využití biomasy. MZe ČR, Praha, 67 s.
- Deublein D., Steinhauser A., (2008): Biogas from waste and renewable resources. An Introduction Wiley – VCH Verlag GmbH and Co., KGaA, Weinheim, 443 s.
- Kajan M. (2011): Bioplynové stanice v Jihočeském kraji – současnost a perspektivy, prezentace, Calla, České Budějovice
- Libra M., Poulek V. (2007): Zdroje a využití biomasy. ČZU Praha, 140 s.
- Petr J. a kol. (2008): Žito a tritikale – biologie, pěstování a využití. ProfiPress, Praha, 192 s.
- Zimolka J. a kol. (2008): Kukuřice – hlavní a alternativní užitkové směry. ProfiPress, Praha, 300 s.

Kontaktní adresa :

doc. Ing. Jiří Diviš, CSc.
Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Zemědělská fakulta
Na Sádkách 1780
370 05 České Budějovice
e-mail: divis@zf.jcu.cz

VLIV CHLADOVÉ AKLIMACE NA BIOCHEMICKÉ A MOLEKULÁRNÍ PARAMETRY ŠESTI VYBRANÝCH GENOTYPŮ ŘEPKY OZIMÉ VE VZTAHU K PARAMETRŮM FLUORESCENCE CHLOROFYLU

Cold acclimation influence on biochemical and molecular parameters in relation to chlorophyll fluorescence of six selected winter oilseed rape genotypes

Urban M. O.¹, Holá D.², Klíma M.¹, Vítámvás P.¹, Kosová K.¹, Hilgert-Delgado A. A.¹, Prášil I. T.¹

¹ Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Praha Ruzyně

² Univerzita Karlova, Albertov, Praha 2

Abstrakt

V článku se pojednává o vlivu chladové aklimace na vybrané fotosyntetické, biochemické a molekulární parametry 6 odrůd řepky olejky ve vztahu k jejich fluorescenčním parametrům. Byla stanovena akumulace osmolytů, parametry fotosyntetické, akumulace dehydrinů a mrazuvzdornosti, kteréžto byly dány do souvislosti s parametry fluorescence chlorofylu. V námi zvoleném typu pokusu žádný ze sledovaných parametrů výrazně nekoreloval s hodnotou mrazuvzdornosti, stanovenou pomocí výtoku elektrolytů z listových terčů. Stanovení diferenčních křivek primárních fotosyntetických procesů ovšem v sobě skrývá potenciál selektovat odlišně reagující genotypy.

Klíčová slova: řepka olejka, aklimace, dehydriny, fluorescence chlorofylu, mrazuvzdornost

Abstract

In this article, the six selected winter oilseed rapeseeds are evaluated according to their photosynthetic, biochemical and molecular response to cold acclimation with special interest to their chlorophyll fluorescence characteristics. Osmolyte accumulation, photosynthetic parameters, dehydrins accumulation and frost tolerance were measured and related to chlorophyll fluorescence. In our experiment, there is no clear and significant correlation between parameters, even though the differential fluorescence-based curves of primary photosynthetic processes enable the future possibility of genotype selection.

Keywords: oilseed rape, acclimation, dehydrins, chlorophyll fluorescence, frost-tolerance

Úvod

Řepka olejka se řadí mezi nejvýznamnější olejninu, odhad světové produkce pro rok 2014 je 69 mil. tun semene [1]. Vzhledem k významnému postavení řepky je jejímu výzkumu a šlechtění celosvětově věnována velká pozornost. Výsledkem vysokého konkurenčního prostředí je setrvalý nárůst výkonnosti nových odrůd (cca o 5 % ročně). Vlivem intenzivního a dlouhodobého šlechtění řepky na omezený okruh znaků a vlastností došlo k výraznému zúžení genofondu, vedoucímu k omezení diverzity [2-3]. Nejnovější poznatky naznačují, že dehydriny by se mohly stát perspektivními markery pro identifikaci mrazuvzdorných genotypů i u ozimé řepky [4-5]. Zatímco u biomarkerů na bázi proteinů lze zaznamenat první reakci na stres v řádu dnů, v případě fluorescenčních změn v thylakoidní membráně chloroplastu se jedná o reakci v řádu hodin.

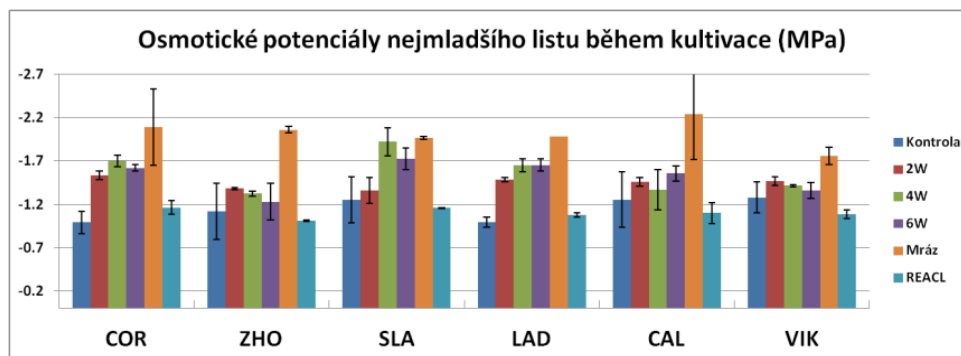
Cílem práce bylo vyhodnotit fyziologické, biochemické a molekulární reakce vybraných odrůd řepky olejky na chlad, mrazovou teplotu a následnou reaklimaci rostlin v optimálních podmínkách.

Materiál a metody

Šest kontrastních odrůd řepky olejky (*Brassica napus* L.; Californium - CAL, Cortes - COR, Slapy 737 - SLA, Ladoga - LAD, Viking - VIK a Zhongshuang 9 - ZHO) bylo kultivováno v řízených podmínkách po dobu 4 týdnů do fáze 4. listu (BBCH 14); teplota kultivace $20/15 \pm 1^\circ\text{C}$ (den/noc); fotoperioda 12 hod, osvětlení $400 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$. Poté byla teplota snížena na $4/4 \pm 1^\circ\text{C}$ na dobu 6 týdnů; následoval mráz (-2°C , tma) a reaklimace tj. obnova ($20/15 \pm 1^\circ\text{C}$; den/noc) po dobu 48 hodin. Vzorky nejmladších plně vyvinutých listů byly odebírány pro stanovení akumulace dehydrinů (DHN), osmotického potenciálu (OP), a paralelně byly na těchto listech měřeny fluorescenční parametry přístrojem Fluor Pen 100 (Photon Systems Instruments, Česká Republika). Aktuální mrazová odolnost rostlin všech odrůd byla stanovena v kontrolních podmínkách, a poté ve 2., 4. a 6. týdnu (v obrázcích označeno jako 2W, 4W atd.) chladové kultivace ve dvou opakováních pomocí poškození plasmatických membrán listových terčíků během mrazového testu [6]. Výsledné hodnoty LT50 (letální teplota pro 50 % vzorků) mrazových testů byly vypočteny dle [7]. Extrakce proteinů rozpustných po varu a SDS-PAGE a následná hybridizace rozdělených proteinů s anti-dehydrin protilátkou proběhla dle [8]. Kvantitativní analýza akumulace specifických proteinů (dehydrinů) programem Quantity One 4.6.7 (Bio-Rad) následovala po skenování membrány na kalibrovaném denzitometru. Hodnoty PRI a NDVI byly měřeny přístroji PlantPen PRI 200 a PlantPen NDVI (Photon Systems Instruments, Česká Republika). Gazometrické parametry spojené s fotosyntézou a transpirací byly měřeny na přístroji LCpro+ (BioScientific, Velká Británie). K fluorescenčním a fotosyntetickým měřením a pro stanovení dehydrinové akumulace byly k chladovým odběrům (2. - 6. týden) odebírány rostliny ze kontrolních podmínek ve shodné vývojové fázi (rostliny s totožným výsledkem součinu kladných teplot v $^\circ\text{C}$ a počtu dnů – tzv. „degree-days“).

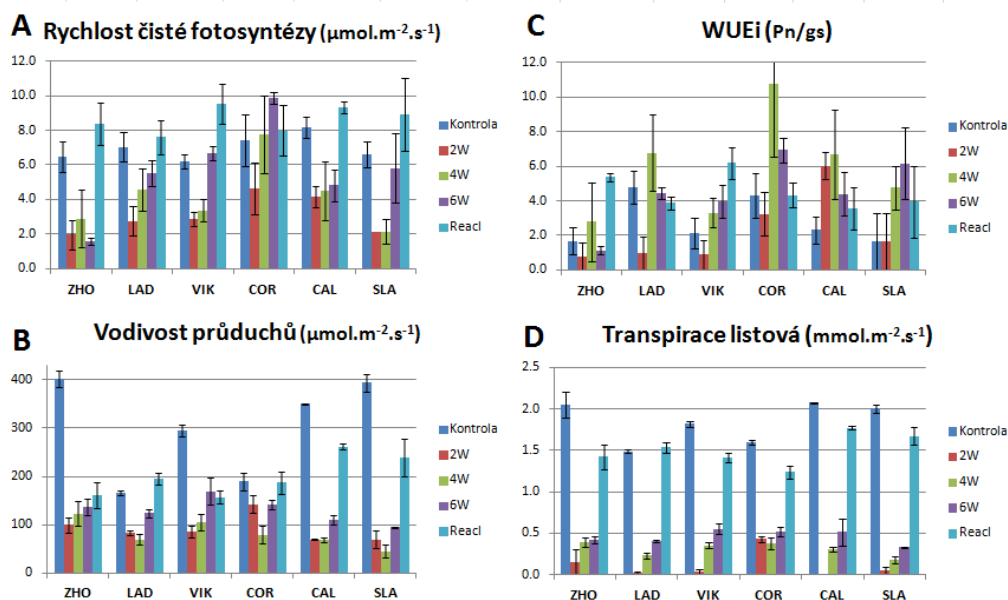
Výsledky a diskuze

Podle obrázku 1 je patrné, že s rostoucí délkou expozice rostlin nízkým teplotám se také zvyšovala záporná hodnota osmotického potenciálu (OP, obr. 1), tj. docházelo ke zvýšené akumulaci solutů (buněčný obsah se více zahušťoval). Zvyšování záporné hodnoty OP v buněčné šťávě je obecně spojováno se zvýšením tolerance rostlin k nedostatku vody [9]. Statisticky významné rozdíly mezi genotypy byly zjištěny až 4. a 6. týden odběru, a také po mrazu. Z obr. 1 je patrné, že trend zvyšování OP byl v průběhu otužování strmější u odrůd COR, SLA a LAD. Tyto genotypy zároveň dosáhly v závěru otužování vyšší absolutní hodnoty OP na rozdíl od ZHO a VIK, s pozvolným nárůstem, resp. nižší hodnotou OP. Vysoké hodnoty OP po mrazovém působení (-2°C) jsou pravděpodobně způsobeny vymrznutím vody v apoplastu a následným větším zahuštěním cytoplazmy buněk. Stanovení hodnot OP v tomto případě poskytlo pouze omezené informace o odolnosti genotypů a spíše ukázalo jejich individuální odpověď, pravděpodobně závislou na provenienci genotypů. Po reaklimaci se hodnoty OP vrátily v průměru na stejné hodnoty, jako byly před zahájením otužování (obr. 1).



Obrázek 1 Osmotický potenciál (OP) listů během kultivace

Podle obrázku 2 můžeme vyhodnotit vliv chladu na fotosyntetické parametry genotypů. V části A je viditelný strmý pokles hodnot asimilace CO_2 (čistá fotosyntéza – P_n) v počáteční fázi působení chladu u všech genotypů. V průběhu chladové expozice se hodnoty opět zvyšovaly, pouze u genotypu ZHO došlo v průměru k ještě dalšímu mírnému snížení. Ostatní genotypy již 6. týden byly schopny se přizpůsobit chladu tzv. se aklimovat (tj. hodnoty jsou podobné hodnotám v kontrolních podmínkách). Genotypy LAD a COR vykázaly schopnost setrvalé a rychlé aklimace P_n k nízkým teplotám, zatímco VIK, CAL a SLA se aklimovaly pomaleji.

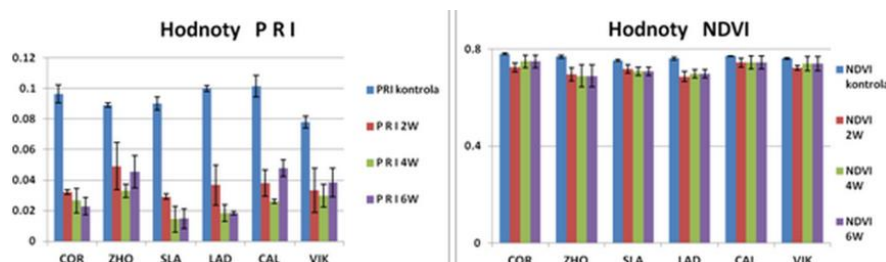


Obrázek 2 Parametry související s fotosyntetickou aklimací genotypů. A) Hodnoty čisté asimilace CO_2 listovými pletiví – hodnoty čisté fotosyntézy (P_n); B) Vodivost průduchů (gs); C) Hodnoty efektivity využití vody (WUE_i), stanovené jako poměr mezi A a B (P_n/gs); D) Hodnoty transpirace listů (výdej vodní páry průduchy a kutikulou listu). Zkratky: 2W – kultivace po dvou týdnech chladu atp.; reacl – po ukončení 6. týdne chladu následovala kultivace v optimálních podmínkách po dobu 48 hodin.

Propustnost průduchů pro vodní páru (obr. 2, část B) vykazuje podobné tendence. Velmi důležité je ale všimnout si i hodnot kontrolních rostlin, které zvláště u ZHO, VIK, CAL a SLA naznačují vysoké vodivosti průduchů (a tedy i nízké WUE_i – efektivita využití vody). Na druhou stranu pouze genotypy LAD a COR byly schopny po šesti týdnech rychle obnovit vodivost průduchů na úroveň před stresovým působením.

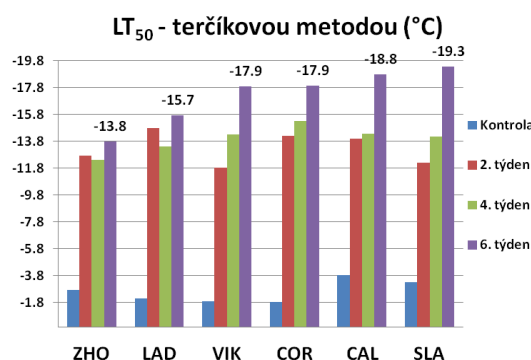
Hodnoty WUE_i (obr. 2, část C) vyjadřují schopnost genotypu efektivněji hospodařit s vodou. Vysoké hodnoty WUE_i znamenají vyšší hodnotu P_n (a tedy i vyšší akumulace biomasy) při přivřených průduších. Podle WUE_i všechny genotypy (mimo ZHO) vykázaly poměrně

rychlou reakci na chlad, z toho COR, CAL a SLA vykázaly velmi rychlou aklimaci fotosyntetického aparátu. Naopak genotyp ZHO vykázal nízké hodnoty WUE_i po celou dobu kultivace v chladu, což souvisí s jeho polo-jařiným charakterem. Je ovšem nutno říci, že ZHO je nízký a pomalu rostoucí genotyp, který akumulací biomasy nepředčí genotypy ostatní. Rychlost transpirace (obr. 2, část D) dokumentuje propustnost celé plochy listů pro vodní páru a sleduje stejné mezi-genotypové trendy jako předchozí gazometrické parametry.



Obrázek 3 Hodnoty spektrálních optických indexů PRI a NDVI

Hodnoty spektrálních indexů optické odrazivosti z listů (PRI – fotochemický index odrazivosti a NDVI – normalizovaný diferenční index vegetace) jsou běžně využívanými indexy při sledování stavu vegetace či jednotlivých rostlin po působení stresu. V našem případě chladové působení signifikantně snížilo hodnoty PRI, což je spojováno s nárůstem obsahu karotenoidů (přesněji snížení deepoxidace xantofylového cyklu). PRI index je citlivý na změny obsahu fotoprotektivních karotenoidů, které jsou indikátory efektivity využití fotosynteticky aktivní radiace. Chlad na snížení PRI indexu působil vyrovnaně, přesto k nejvyšší akumulaci karotenoidů došlo u odrůd COR, SLA a LAD. Karotenoidy mají výrazný antioxidační účinek a působí jako „stabilizátory“ chloroplastů. Hodnoty NDVI (vpravo na obrázku 3) nevykázaly genotypově specifickou odpověď, k výraznějšímu poklesu došlo u ZHO a LAD. NDVI je optický

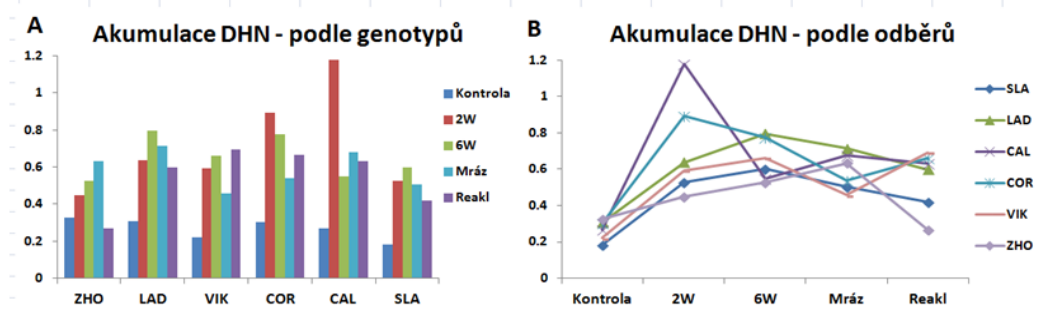


Obrázek 4 Stanovení mrazuvzdornosti pomocí terčíkové metody (LT₅₀)

index, který nepřímo indikuje množství chlorofylu a obecně vzato dusíku v listech. Tento index v chladu nevykázal vysokou citlivost.

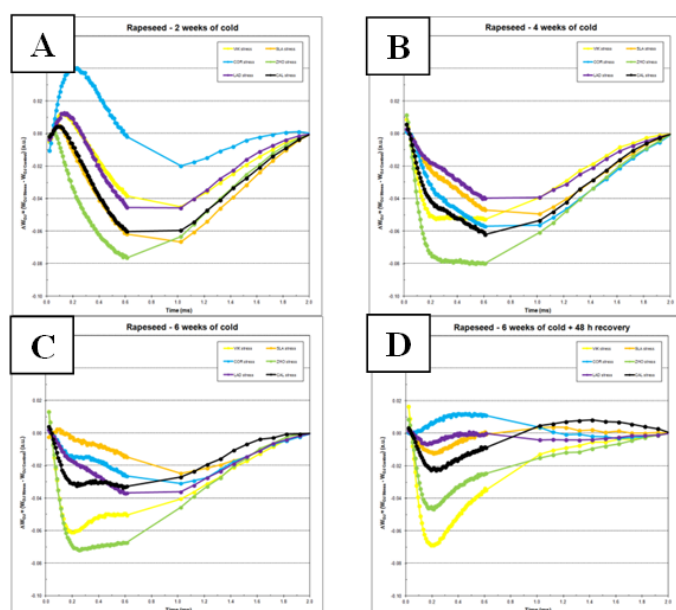
Z grafu v obrázku 4 je patrné, že rostliny odrůd ZHO a LAD patří k nejméně mrazuvzdorným; VIK a COR ke středně a CAL a SLA k nejvíce mrazuvzdorným odrůdám. Zimuvzdornost (schopnost přezimování na poli) je komplexní znak, polygenně založený s vysokou heritabilitou, ovlivněný mnoha faktory na různých úrovních (vernalizační geny, vliv fotoperiody, nedostatku vody, osmotického přizpůsobení apod.). Hodnoty mrazuvzdornosti, stanovené jako LT₅₀, ovšem ne vždy se zimuvzdorností signifikantně korelují. V našem případě však hodnoty LT₅₀ velmi dobře odpovídaly dlouhodobým trendům zimuvzdornosti jednotlivých genotypů. Na základě výše uvedených výsledků (a také fluorescenční kinetiky, viz níže) můžeme sledovat pomalý, ale setrvalý nárůst zimuvzdornosti u odrůd VIK, COR, CAL a SLA (tedy u těch odolnějších). Oba málo mrazu odolné genotypy ZHO a LAD již ve 2. týdnu velmi rychle zvyšují svoji mrazuvzdornost. Hypoteticky se tímto mohou 1) energeticky rychleji vyčerpat a 2) na jaře mohou rychleji přejít do generativní fáze vývoje a být citlivější vůči pozdním jarním mrazíkům. Je dobré si všimnout, že nejvíce odolné CAL a SLA mají vysokou konstitutivní (základní, nevyvolanou teplotami) mrazuvzdornost, patrnou již v kontrolních odběrech.

Na obrázku 5 můžeme sledovat akumulaci celkových dehydrinů (DHN) v listových vzorcích jednotlivých genotypů během všech odběrů. V části A i B vidíme nejvyšší akumulace DHN již v 2. týdnu kultivace u COR a CAL. U vysoce odolné odrůdy SLA bychom očekávali také vysoké hodnoty, které se ale v tomto pokusu neprokázaly. Slabě mrazuvzdorná ZHO vykázala nejnížší akumulaci DHN.



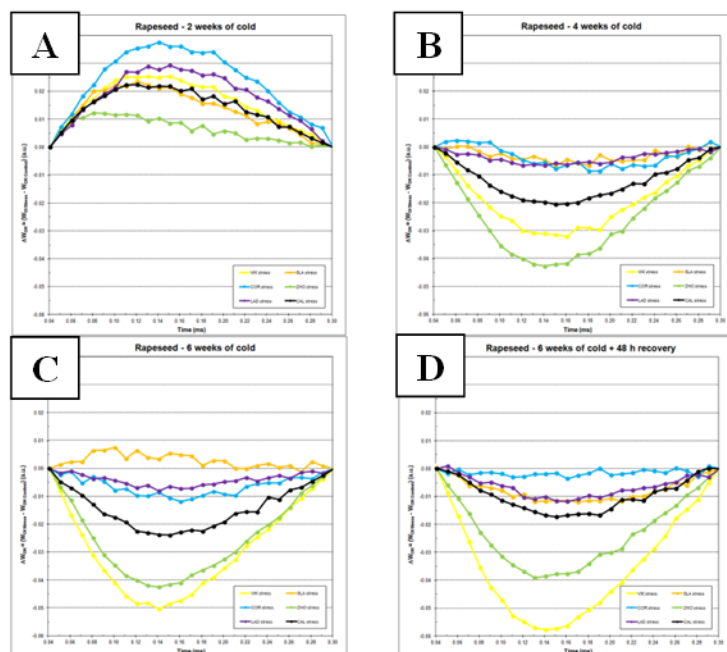
Obrázek 5 Akumulace dehydrinů. A) Akumulace DHN podle jednotlivých genotypů; B) Akumulace DHN, vztažená k jednotlivým odběrům.

Poslední část výsledků je věnována parametrům, které lze vypočítat a vyhodnotit z dat, která



Obrázek 6 Delta W_{OJ} diferenční kinetika; A – 2W; B – 4W; C – 6W; D – Reaklimace; VIK žlutý, COR modrý, LAD fialová, SLA tm. žlutá, ZHO zelený a CAL černý.

jsme změřili pomocí FluorPen 100. Z mnoha vypočítaných jsme vybrali dvě křivky diferenční kinetiky (delta W_{OJ} a delta W_{OK}), které umožňují lépe pochopit vliv chladové aklimace na některé části primárních fotosyntetických procesů u jednotlivých genotypů. Delta W_{OJ} (normalizovaná diferenční kinetika OJIP křivky mezi O (50 us) a L (2 ms) krokem – porovnání stresovaných a kontrolních rostlin) odhaluje tzv. K-pás (kolem 300 us), který se považuje za indikátor inaktivace OEC (komplexu na thylakoidní membráně, který dodává elektrony fotosystému 2 – PS2) a/nebo zvětšení velikosti funkční antény PS2. Pozitivní hodnoty v druhém týdnu (u COR výrazně v obr. 6A, 6D) signalizují inaktivaci OEC (hlavně Mn-komplex), a/nebo zvětšení PS2 antény; předpokládáme (vzhledem k výsledkům v Obrázek 2), že spíše došlo k pozitivnímu zvětšení PS2 antény. Odrůdy ZHO a VIK vystavené chladu naopak setrvale vykazovaly lepší stav OEC ve srovnání s kontrolními rostlinami (a to i při obnově; obr. 6 A-D). Naopak silně mrazuvzdorná SLA vykázala rychlou aklimaci hodnot (obr. 6 B-D). COR, LAD, SLA a CAL také vykázaly (obr. 6D) rychlou obnovu po ukončení chladu. Při vizualizaci křivky O-J-I-P (data nezobrazena) je jednoznačně patrné, že hodnoty fluorescence chlorofylu stresovaných genotypů nejvíce odolných odrůd SLA a CAL jsou 4. a 6. týden a také po obnově stále nejvyšší v porovnání s ostatními. Tento trend si nedokážeme vysvětlit. Patrně zde působí přebytek oxidovaných přenašečů (quinonů), související s nízkou tvorbou koncových elektronových akceptorů (a tedy s pomalejší tvorbou ATP a NADPH). Naopak hodnoty ZHO

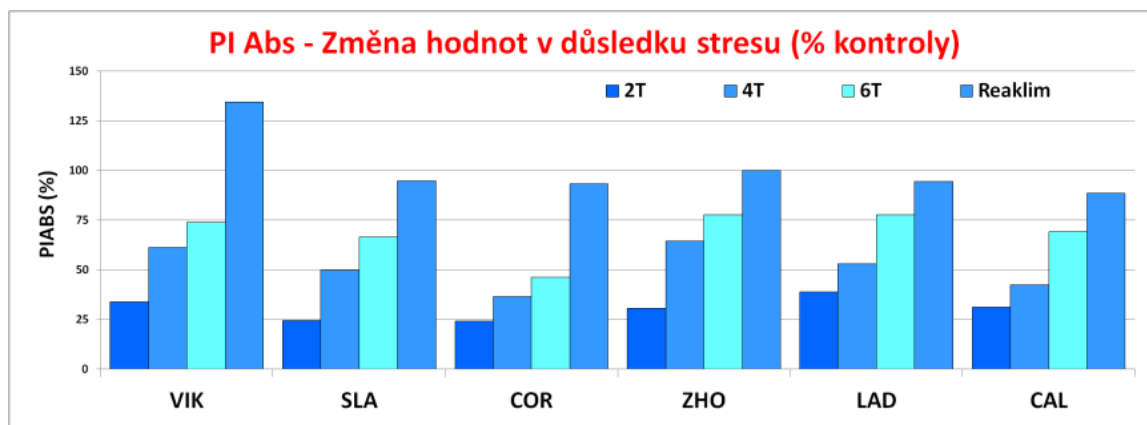


Obrázek 7 Delta WOK diferenční kinetika; A – 2W; B – 4W; C – 6W; D – Reaklimace; VIK žlutý, COR modrý, LAD fialová, SLA tm. žlutá, ZHO zelený a CAL černé.

v obr. 7A. Dobrá energetická konektivita (záporné hodnoty) může znamenat vyšší účinnost primárních fotosyntetických procesů. Naše výsledky tedy ukázaly, že vystavení rostlin chladu po dobu 2 týdnů (obr. 7A) mělo na tuto konektivitu negativní efekt, ale s postupujícím chladem (obr. 7 B-D) se primární fotosyntetické procesy u odrůd ZHO a VIK zřejmě dokázaly přizpůsobit tak, že energetická konektivita mezi PS2 byla dokonce lepší než u kontrolních rostlin.

a VIK jsou v kontrolních vzorcích stále nejvyšší. Tyto výsledky pro ZHO a VIK patrně souvisí s raností odrůd a jejich velikostí (v porovnání s ostatními jsou velmi malé).

Na obr. 7 je zobrazena křivka diferenční kinetiky delta W_{OK} . Je to normalizovaná křivka mezi O (50 us) a K (300 us) krokem, která odhaluje tzv. L-pás kolem 150 us, který je indikátorem energetické konektivity ("seskupování") fotosystému 2 (PS2) jednotek. Čím vyšší a pozitivnější je hodnota, tím menší je předpokládaná konektivita mezi jednotkami PS2. Nízkou konektivitu např. jasně vidíme u všech genotypů



Obrázek 8 Index PI abs; 2T-6T - 2. - 6. týden chladové aklimace

Kromě křivek diferenční kinetiky jsme hodnotili mj. i různé parametry tzv. J-I-P testu; uvedeny jsou zde pouze hodnoty performančního indexu PI_{ABS} (obr. 8), který vyjadřuje využití energie fotonů absorbovaných anténou PS2 až po redukci QB. Obr. 8 vyjadřuje procentuální změny tohoto indexu u chladem stresovaných rostlin ve srovnání s kontrolními rostlinami. Je zřejmé, že největšímu snížení účinnosti primárních fotosyntetických procesů v PS2 došlo na začátku chladového období (2 týdny). Poté se tento pokles postupně snižoval a po navrácení rostlin do normálních teplot došlo k plné obnově fotosyntetické účinnosti PS2 (v případě odrůdy VIK dokonce i k lepšímu výkonu). Mezi odrůdami byly jisté rozdíly v tom, jak tyto změny probíhaly; zejména odrůda COR se v tomto ohledu od ostatních odrůd odlišovala nejvíce.

Závěr

Akumulace osmolytů (OP) byla nejrychlejší a nejvyšší u COR, CLA a LAD. Optické indexy PRI a NDVI u vybraných genotypů ovšem nevykázaly dostatečnou citlivost s nastupujícím chladem. Fotosyntetické parametry genotypů aklimovaných chladu vykazaly výraznější změny u odrůd VIK a COR. Odrůdy CAL a SLA snížily vodivost průduchů i transpiraci na minimum při zachování vysoké rychlosti čisté fotosyntézy. Tyto čtyři odrůdy také prokázaly schopnost nejlépe odolávat mrazu (měly nejvyšší mrazuvzdornost) a COR a CAL také výrazně více akumulovaly dehydriny již druhý týden chladové aklimace. Tyto více mrazuvzdorné odrůdy (VIK, COR, CAL a SLA) také vykazaly vyšší hodnoty P_n a WUE_i již 2. týden chladu, což může být spojeno se silnější poplachovou fází stresu u odolných odrůd. Fluorescenční kinetika stresovaných rostlin oddělila skupiny velmi mrazuvzdorných genotypů. Kinetika rostlin z kontrolních podmínek nevykázala rozlišovací efekt. V námi zvoleném typu pokusu žádný ze sledovaných parametrů výrazně nekoreloval s hodnotou mrazuvzdornosti (LT_{50}). Naopak, méně odolné genotypy (ZHO, VIK) se podle některých indexů fluorescence chlorofylu chovaly spíše jako odolné vůči chladu. Stanovení vhodných diferenčních křivek primárních fotosyntetických procesů tudíž v sobě skrývá potenciál selektovat odlišně reagující genotypy na nízké teploty.

Dedikace

Řešení uvedené problematiky bylo podpořeno projekty Mze ČR č. QJ1510172, RO0414 a MŠMT ČR č. LH1283.

Použitá literatura

- [1] Ash M. (2014). Oil Crops Outlook/OCS-14f/June 13, 2014. Economic Research Service, USDA, 11 pp. Available online <http://www.ers.usda.gov/publications/ocs-oil-crops-outlook/ocs-14f.aspx#.U60tqECO6-Z>
- [2] Girke A., Schierholt A., Becker H.C. (2012). Extending the rapeseed genepool with resynthesized *Brassica napus* L. I: Genetic diversity. *Genet Resour Crop Ev* 59:1441–1447.
- [3] Klíma, M., Vítámvás, P., Zelenková, S., Vyvadilová, M., Prášil, I.T. (2012): The cold-induced accumulation of dehydrin and proline under two irradiation intensities in *Brassica napus* and *B. carinata*. *Biologia Plantarum*, 56: 157-161.
- [4] Rahman H. (2013). Breeding spring canola (*Brassica napus* L.) by the use of exotic germplasm. *Can J Plant Sci* 93:363–373.
- [5] Urban, M. O., Klíma, M., Vítámvás, P., Vašek, J., Hilgert-Delgado, A. A., Kučera, V. (2013): Significant relationship between frost tolerance and net photosynthetic rate, water use efficiency and dehydrin accumulation in cold-treated winter oilseed rapes. *J. Plant Physiol.* 170: 1600-1608.

- [6] Prášil, I., Zámečník, J.: (1998) The use of a conductivity measurement method for assessing freezing injury. I. Influence of leakage time, segment number, size and shape in a sample on evaluation of the degree on injury, *Environ.exp.Bot.*, 40:1-10.
- [7] Janáček, J., Prášil, I.: (1991) Quantification of plant frost injury by nonlinear fitting of an S-shaped function, *Cryo-Letters*. 12:47-52.
- [8] Vítámvás, P., Saalbach G., Prašil I. T., Čapkova V., Opatrna J., Jahoor A.: (2007) WCS120 protein family and proteins soluble upon boiling in cold-acclimated winter wheat. *Journal of Plant Physiology* Vol. 164 (9), 1197 – 1207.
- [9] Hare P.D., Cress W.A., Van Staden J. (1998): Dissecting the roles of osmolyte accumulation during stress. *Plant Cell and Environment*, 21: 535–553.

Kontaktní adresa:

Ing. Milan O. Urban, DiS.

Laboratoř fenotypování odolnosti rostlin k abiotickým stresům

Výzkumný tým Biologie stresu a biotechnologie ve šlechtění

Drnovská 507/73, Výzkumný ústav rostlinné výroby, v. v. i. Praha-Ruzyně 161 06

e-mail: olinek.vcelar@vurv.cz

VLIV OSEVNÍCH POSTUPŮ NA INTENZITU ZAPLEVENÍ OBILNIN

The influence of crop rotation on weed infestation of cereals

Winkler J.¹, Neischl A.¹, Hledík P.²

¹Ústav biologie rostlin, Agronomická fakulta, Mendelova univerzita v Brně

²Výzkumný ústav rostlinné výroby, v. v. i. Praha – Ruzyně

Abstrakt

Vliv střídání plodin na zaplevelení pšenice ozimé a jarní ječmene byl sledován na polním pokusu v Ivanovicích na Hané. Na zaplevelení měl nejsilnější vliv ročník, ale v ozimé pšenici měl silný vliv na plevel i osevní postup. Z výsledků vyplývá, že zastoupení vojtěšky v osevním postupu zvyšuje druhovou pestrost plevelů v ozimé pšenici. Dále také zvyšuje celkové zaplevelení, ovšem nárůst zaplevelení je způsoben druhy plevelů, které jsou v obilninách snadno hubitelné. Se zvyšujícím se podílem obilnin v osevním postupu se více vyskytují druhy *Galium aparine*, *Viola arvensis*, *Veronica polita*, zároveň se také zvyšuje výskyt druhu *Cirsium arvense*. Lze konstatovat, že střídání plodin výrazným způsobem ovlivňuje zaplevelení a může přispět i k samotnému omezení zaplevelení.

Klíčová slova: plevel, střídání plodin, obilniny, jarní ječmen, ozimá pšenice

Abstract

The influence of crop rotation on weed infestation of winter wheat and spring barley has been observed on a field experiment in Ivanovice in Hana. Year had the strongest influence on weed infestation, but crop rotation had a powerful effect on weeds in winter wheat as well. The results show that the presence of alfalfa in crop rotation increases weed species diversity in winter wheat. It also increases the overall weed infestation, but the increase of weeds is caused by species which are easily removable in cereals. Species as *Galium aparine*, *Viola arvensis*, *Veronica polita* and *Cirsium arvense* occur more in crop rotation with an increasing proportion of cereals. We can conclude that crop rotation significantly affects weed infestation and can help to reduce it.

Key words: weeds, crop rotation, cereals, spring barley, winter wheat

Úvod

Současná rostlinná produkce v České republice je charakteristická úzkou skladbou plodin. Struktura pěstovaných plodin je ovlivněna vhodností půdně-klimatických podmínek pro pěstování jednotlivých druhů plodin a zároveň stále více podmínkami trhu. Výběr plodin a jejich vhodné střídání v rámci sledu plodin je jedním z nejúčelnějších agrotechnických opatření. Správné střídání plodin nezvyšuje náklady na produkci, ale naopak zvyšuje produkci, a to optimálním využitím přírodních podmínek (Procházková et al. 2011).

Pozitivní vliv na snížení zaplevelení je u osevního postupu závislý na sledu plodin. Ty vytvářejí různá schémata vzniku alelopatických interferencí prostřednictvím narušení půdní struktury

a dalších mechanických změn, které vytvářejí nestabilní a nehostinné prostředí pro určité druhy plevelů. Tyto efektivní kombinace nebyly adekvátně vyhodnoceny a navíc efekt potlačení plevelů na bázi půdní fertility je nutné dále prozkoumat (Liebman a Dyck, 1993).

V Rumunsku Petcu a Ionita (1998) rovněž zkoumali vliv některých plodinových systémů na zaplevelení. Postupy byly monokultura ozimé pšenice, dvouletý cyklus pšenice-kukuřice a střídání pšenice-kukuřice-hrách nebo pšenice-cukrovka-kukuřice-slunečnice. Po 25 letech, autoři stanovili, že zaplevelení pokleslo u všech zkoušených osevních postupů a bylo mnohem nižší při porovnání s monokulturou ozimé pšenice.

Střídání různých typů plodin, jako je cyklus kukuřice-sója, umožňuje pěstitelům diverzifikovat jejich herbicidní program a vybírat pesticidy s různými způsoby účinku. Takové využití herbicidů po několika letech vede k celkově lepší regulaci zaplevelení a k

minimalizaci vzniku rezistencí. Doplnění další plodiny do osevního cyklu, jako například ozimé pšenice či vojtěšky, může dále pomoci při snižování zaplevelení. Například jednoleté plevely v takovém případě nevyklíčí v porostu pšenice anebo jsou zničeny ještě před plnou zralostí při sklizni obilí (Cavigelli et al., 2013).

Univerzita ve Wisconsinu na víceletých pokusech vlivu střídání plodin na výnos prokázala nárůst výnosů kukuřice až o 19 %. Zatím nebyly stanoveny přesné mechanismy nárůstu výnosů, pravděpodobně se jedná o synergii jevů vlivu střídání plodin na choroby a škůdce a půdní strukturu. Výzkum také prokázal daleko větší vliv střídání plodin na maximalizaci potenciálu plodin ve stresovém prostředí. Osevní cyklus může rozložit sezonní operace a snížit také rizika vlivu počasí. Při cyklu kukuřice-sója pomáhá pěstitelům rozdělit jak secí, tak i sklizňové operace při minimalizaci negativního vlivu na výnos. Omezení pěstebních rizik vlivem střídání plodin má svůj význam například při klimatických jevech. Pokud jsou nedostatkem srážek ovlivněny různé porosty v různých fázích vývoje, je tak vliv na výnos rozmělněn a riziko sníženo. Naopak při pěstování pouze jedné plodiny vystavené suchu hrozí tak vysoké riziko snížení výnosů. Střídání systémů pěstování obilovin alternativními plodinami, jako je řepka ozimá, luskoviny nebo píceň, vytváří pro pěstitelů mnoho nových agronomických a ekonomických příležitostí (Krupinsky et al., 2002).

Vyšší podíl obilnin ve struktuře plodin vytváří nové podmínky pro plevely. Reakce na tyto podmínky se mohou projevit především v intenzitě zaplevelení.

Materiál a metody

Vliv střídání plodin na plevely byl sledován na stacionárním polním pokusu v Ivanovicích na Hané. Sledované katastrální území patří do řepařské výrobní oblasti, do teplého a mírně suchého klimatického regionu. Údaje o srážkách a o teplotách byly použity z meteorologické stanice Ivanovice na Hané. Dlouhodobý průměrný roční úhrn srážek činí 564 mm, dlouhodobý průměr teplot je 8,6 °C. Na pokusném pozemku se vyskytuje z půdních typů silně smytá černozem a z půdních druhů hlinitá půda.

Polní pokus byl založen v roce 1989 na pozemcích polní pokusné stanice v Ivanovicích na Hané Výzkumným ústavem rostlinné výroby v Praze – Ruzyni. Plodiny jsou zde pěstovány ve třech osevních postupech s rozdílným podílem obilnin.

První osevní postup má podíl obilnin 33,3 % (CR I). Plodiny jsou zde pěstovány v následujícím pořadí: vojtěška (první užitkový rok), vojtěška (druhý užitkový rok), ozimá pšenice, kukuřice na siláž, cukrovka a jarní ječmen. Druhý osevní postup má podíl obilnin 50,0 % (CR II) a plodiny jsou zde pěstovány v tomto pořadí: hrách, kukuřice na siláž, ozimá pšenice, ozimá pšenice, cukrovka a jarní ječmen. Ve třetím osevním postupu je podíl obilnin 66,6 % (CR III), plodiny jsou pěstovány v tomto pořadí: ozimá pšenice, hrách, ozimá pšenice, jarní ječmen, cukrovka a jarní ječmen. Ke sledovaným plodinám (ozimá pšenice a jarní ječmen) jsou mimo konvenční ještě zařazeny dvě varianty půdoochranných technologií zpracování půdy, a to varianta s přímým setím do nezpracované půdy (NT) a varianta, kde je orba nahrazena zpracováním půdy talířovým nářadím (MT). Velikost jedné parcely je 6 m x 12 m.

Zaplevelení bylo hodnoceno v letech 2008 – 2011 v porostech jarního ječmene a ozimé pšenice. Za použití početní metody byl zjišťován počet jedinců druhů plevelů na plochách 1 m², ve dvanácti opakováních pro každou variantu zpracování půdy, plodinu a rok. U druhu *Medicago sativa* byl stanovován počet lodyh. Vyhodnocování bylo prováděno vždy před aplikací herbicidů.

Pro statistické zpracování a vyhodnocení počtu jedinců všech druhů v porostech jarního ječmene a ozimé pšenice byl použit počítačový program Statistica.Cz. Aplikována byla analýza rozptylu a metoda minimální průkazné difference LSD test.

Výsledky a diskuze

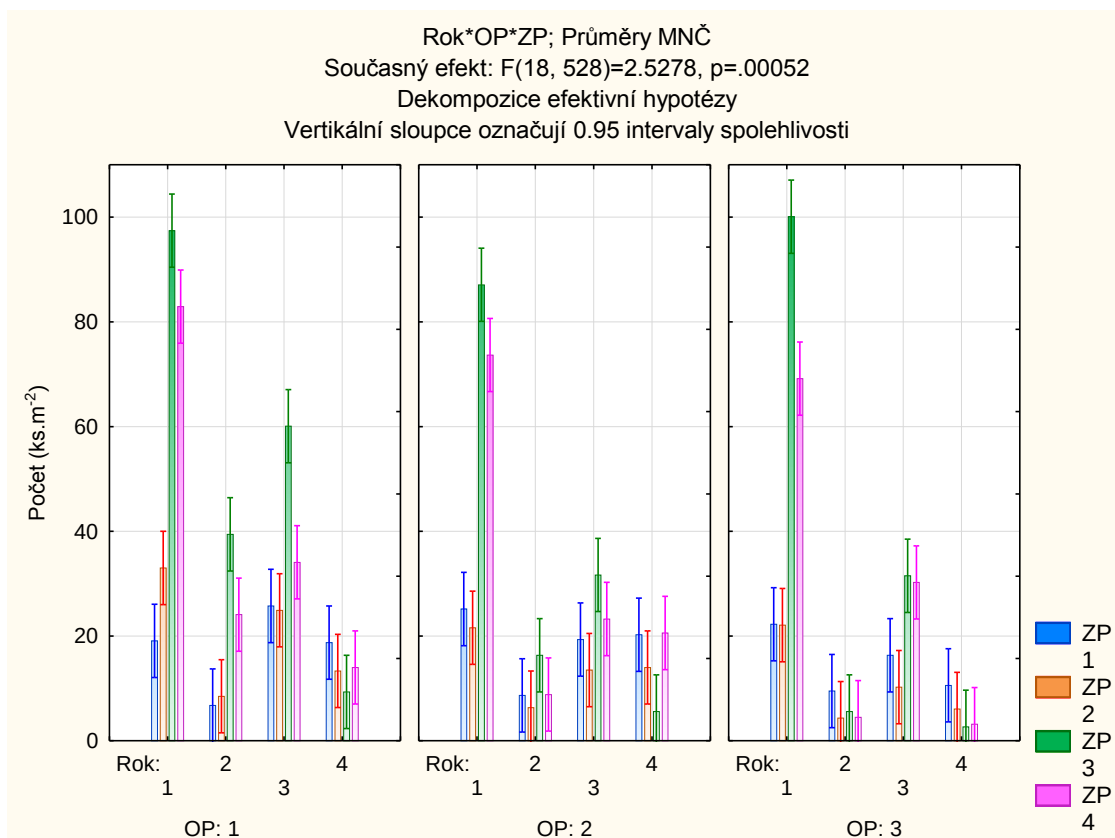
V průběhu čtyřletého sledování (sklizňové roky 2008 až 2011) bylo nalezeno 25 druhů plevelů v porostech ozimé pšenice a 37 druhů plevelů v porostech jarního ječmene.

Z výsledků analýzy vyplývá, že počet plevelů se statisticky průkazně liší mezi jednotlivými variantami osevních postupů, technologiemi zpracování půdy a roky. Na základě testování metodou minimální průkazné difference (LSD) byly zjištěny statisticky významné rozdíly mezi jednotlivými variantami pokusu, které jsou uvedené spolu s průměry počtu jedinců v Tab. 1. Výsledky testování LSD jsou graficky znázorněny na Obr. 1 i s konfidenčními intervaly pro jarní ječmen a na Obr. 2 pro ozimou pšenici.

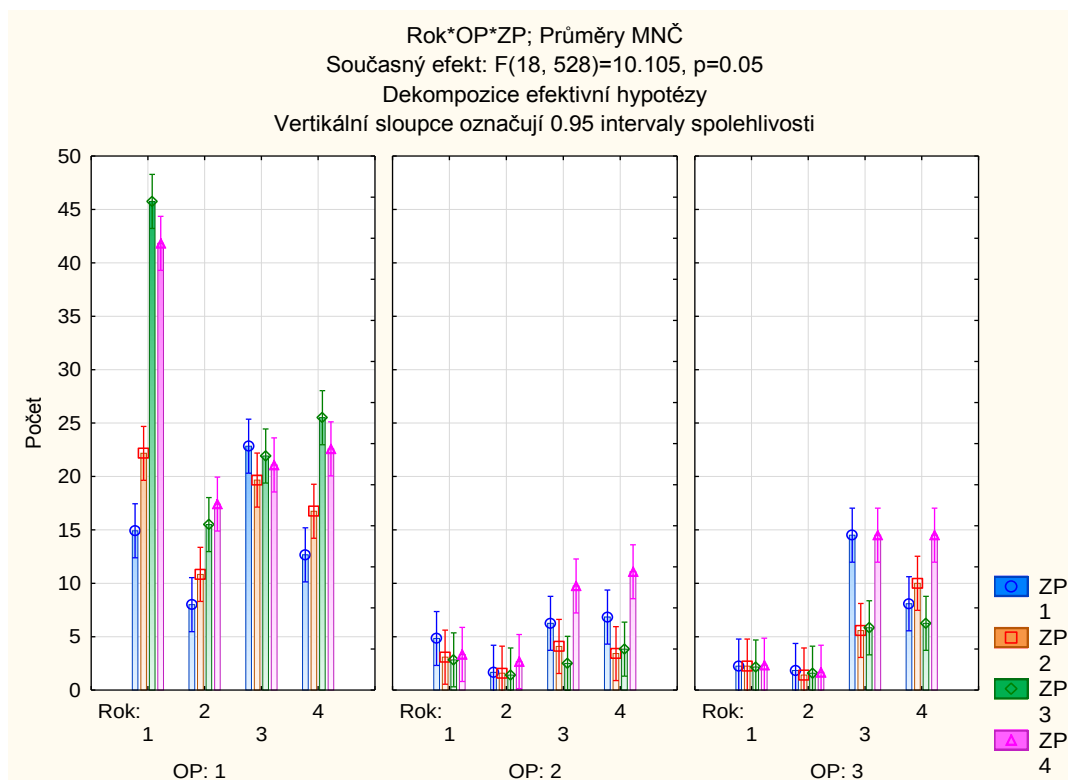
Tab. 1 Výsledky testování LSD počtu jedinců plevelů v porostech sledovaných obilnin

Faktor	Plevele v ozimé pšenici			Plevele v jarním ječmenu		
	Průměr (ks.m ⁻²)	Statistická průkaznost		Průměr (ks.m ⁻²)	Statistická průkaznost	
		$\alpha = 0,05$	$\alpha = 0,01$		$\alpha = 0,05$	$\alpha = 0,01$
Osevní postup						
I.	21,21	a	a	31,96	a	a
II.	4,32	b	b	24,74	b	b
III.	5,92	c	c	21,77	c	b
Rok						
2008	12,31	a	a	54,46	a	a
2009	5,47	b	b	11,90	b	b
2010	12,38	a	a	26,74	c	c
2011	11,79	a	a	11,53	b	b
Zpracování půdy						
Orba do 0,22 m	8,72	a	a	16,87	a	a
Orba do 0,15 m	8,40	a	a	14,83	a	a
Přímé setí (NT)	11,25	b	b	40,56	b	b
Diskování (MT)	13,56	c	c	32,38	c	c

Vysvětlivky: stejná písmena a a; b b nebo c c znamenají statistickou neprůkaznost, a b c znamená statistickou průkaznost mezi variantami.



Obr. 1 Průměrný počet jedinců plevelů v jarním ječmenu na jednotlivých variantách polního pokusu s vyznačenými konfidenčními intervaly ($p<0,05$)
 (Rok: 1 – 2008; 2 – 2009; 3 – k 2010; 4 – 2011)



Obr. 2 Průměrný počet jedinců plevelů v ozimé pšenici na jednotlivých variantách polního pokusu s vyznačenými konfidenčními intervaly ($p<0,05$)
 (Rok: 1 – 2008; 2 – 2009; 3 – k 2010; 4 – 2011)

Statisticky vysoce průkazné zaplevelení bylo mezi všemi variantami osevních postupů, nejvyšší pak na variantě I. (osevní postup s 33,3% podílem obilnin, CRI). Rozdíl v zaplevelení půdy u variant zpracování půdy nebyl statisticky průkazný u variant Orba do 0,22 m a Orba do 0,15 m. Vyšší zaplevelení bylo statisticky průkazné na variantě Diskování a na variantě Přímé setí. V roce 2009 bylo vysoce statisticky průkazné nejnižší zaplevelení, statisticky průkazně vyšší zaplevelení měly ročníky 2008, 2010 a 2011, mezi těmito roky nebyl statisticky průkazný rozdíl.

Na základě výsledků z polního pokusu v Ivanovicích lze posoudit změnu intenzity zaplevelení, která může nastat při odlišné koncentraci obilnin v osevním postupu. Různé typy střídání plodin se mohou projevit na různé intenzitě zaplevelení, a to v intenzitě zaplevelení jednotlivými druhy plevelů a v druhovém spektru. Z výsledků hodnocení zaplevelení jarního ječmene je zřejmé, že odlišné osevní postupy měly na plevely statisticky průkazný vliv. Nejvyšší počet jedinců byl u varianty osevního postupu CR I s podílem obilnin 33,3 %. Naopak nejnižší počet jedinců byl u varianty CR III s podílem obilnin 66,6 %, kde je počet jedinců nižší o 31,9 % ve srovnání s variantou s nejnižším podílem obilnin (CR I).

Vliv osevních postupů na zaplevelení jarního ječmene byl prokázán především mezi osevním postupem (CRI) s podílem obilnin 33,3 % a ostatními dvěma variantami osevních postupů. Vyšší zaplevelení osevního postupu s podílem obilnin 33,3 % je způsobeno výskytem svazenky vratičolisté (*Phacelia tanacetifolia*), která je používána jako vymrzající mezplodina před založením porostu cukrovky. To se projevilo především v roce 2008. Pravděpodobné vysvětlení může být v průběhu počasí na podzim nebo v zimě. Část osiva svazenky nemusí vždy vyklíčit, především je-li suchý podzim nebo se mohou vytvořit nová semena v průběhu podzimu a mírné zimy. Taková semena pak upadají do dormance a mohou klíčit a zaplevelovat následné plodiny, včetně jarního ječmene. Z toho lze usoudit, že využití svazenky jako vymrzající mezplodiny může způsobit zaplevelení následných plodin.

Z hlediska vlivu osevního postupu na zaplevelení ozimé pšenice, druhé sledované plodiny na lokalitě Ivanovice, lze opět soudit, že osevní postup byl jedním z faktorů ovlivňující počet a druhové zastoupení plevelů. Nejvyšší počet jedinců se nacházel u varianty CRI s podílem obilnin 33,3 % a nejnižší počet jedinců se nacházel u varianty s podílem obilnin 50,0 %. To představuje zaplevelení nižší o 79,6%. Varianta CRIII s podílem obilnin 66,6 % má nižší zaplevelení ve srovnání s variantou CR I o 72,1 %.

Z výsledků vyplývá, že zastoupení vojtěšky v osevním postupu zvyšuje druhovou pestrost plevelů v ozimé pšenici. Dále také zvyšuje celkové zaplevelení, ovšem nárůst zaplevelení je způsoben druhy plevelů, které jsou v obilninách snadno hubitelné, jako např. *Lamium amplexicaule*, *Veronica persica*, *Stellaria media*. Se zvyšujícím se podílem obilnin v osevním postupu se více vyskytují druhy *Galium aparine*, *Viola arvensis*, *Veronica polita* a také se zvyšuje výskyt druhu *Cirsium arvense*. Regulace těchto druhů je nesnadná a škodlivost těchto druhů je velmi výrazná především v porostech ozimé pšenice. Lze tvrdit, že u variant s vyšším podílem obilnin klesá druhová diverzita plevelů a stoupá podíl obtížně regulovatelných druhů, např. *Galium aparine*.

Při nižší koncentraci jarního ječmene v osevním cyklu převládají ve výskytu druhy *Veronica polita*, *Fallopia convolvulus*, *Cirsium arvense*. V monokultuře jarního ječmene pak *Galium aparine*, *Silene noctiflora*, *Fallopia convolvulus*. Dlouhodobá monokultura jarního ječmene má nejvyšší zaplevelení. Jedná se především o druhy *Galium aparine*, *Silene noctiflora* a *Fallopia convolvulus*.

Závěr

Z výsledků je patrné, že osevní postup statisticky průkazně ovlivnil intenzitu zaplevelení. Při sledování vlivu střídání plodin na intenzitu zaplevelení pšenice ozimé a jarního ječmene se

projevil vliv podílu zastoupení obilnin v osevním postupu. Lze pozorovat trend, kdy rostoucí podíl obilnin v osevním postupu snižuje množství plevelů.

Osevní postup hraje důležitou roli v udržení produktivity pěstování plodin a v udržení zdravé půdy v širokém spektru pěstebních systémů. Stejně tak je důležitý pro udržení výnosů i pro kontrolu chorob, škůdců a především zaplevelení.

Dedikace

Článek vznikl za finanční podpory projektu QJ1530373, s názvem: „Integrovaná ochrana obilnin proti patogenům, plevelům a škůdcům pro udržitelné produkce potravin, krmiv a surovin“.

Použitá literatura

- CAVIGELLI M. A., TEASDALE J. R., SPARGO J. T., 2013: Increasing crop rotation diversity improves agronomic, economic, and environmental performance of organic grain cropping systems at the USDA. Crop Management Journal, 12(1), Plant Management Network, Madison, WI, 10.1094/CM-2013-0429-02-PS.
- KRUPINSKY J.M., KAREN L., BAILEY M.P., MCMULLEN, BRUCE D. GOSSEN AND TURKINGTON T.K., 2002: Managing plant disease risk in diversified cropping systems. Agronomy Journal, 94 (2): 198-209.
- LIEBMAN M. and DYCK E., 1993: Crop rotation and intercropping strategies for weed management. Ecological Applications 3: 92-122.
- PETCU G.H., IONIȚĂ S., 1998: Influence of crop rotation on weed infestation, Fusarium spp. attack, yield and quality of winter wheat. Romanian Agricultural Research, 9(10): 83-87.
- PROCHÁZKOVÁ, B., DOVRTĚL, J., DRYŠLOVÁ, T., KŘEN, J., LUKAS, V., NEUDERT, L., SMUTNÝ, V., WINKLER, J. 2011. Význam a možnosti optimalizace struktury a střídání plodin v systémech hospodaření na půdě. Certifikovaná metodika. MZLU, ISBN 978-80-7375-525-6.

Kontaktní adresa:

Ing. Jan Winkler, Ph.D.

Mendelova univerzita v Brně, Agronomická fakulta, Ústav biologie rostlin

Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika

winkler@mendelu.cz

NOVÉ MOŽNOSTI OCHRANY SEMENNÝCH POROSTŮ JETELE LUČNÍHO PROTI NOSATČÍKŮM RODU *APION*

New methods of protection clover seeds against weevils genus *Apion* spp. in red clover seed stands

Kolařík. P, Kolaříková. E.

Zemědělský výzkum, spol. s r.o. Troubsko

Abstrakt

V letech 2013 a 2015 byla v provozních porostech jetele lučního ověřována účinnost vybraných insekticidních přípravků na nosatčíky rodu *Apion*. Vliv aplikace biologických přípravků byla vyhodnocována na základě rozborů odebraných vzorků z bylinného patra jetele pomocí entomologického smýkadla v době před aplikací a v jednotlivých termínech po aplikaci přípravků a následně i při rozborování hlávek na početnost larev nosatčích. Přípravek Spintor v dávce 0,4 l/ha vykazoval v porovnání se zvoleným chemickým standardem Biscaya 240 OD velmi vysokou biologickou účinnost vůči dospělým s následným minimálním výskytem larev v jetelových hlávkách ve všech letech sledování.

Klíčová slova: biologická ochrana; spinosad; hmyzí škůdci; jetel luční; nosatčíci rodu *Apion*

Abstract

In 2013 - 2015 we verified in red clover the effectiveness of some insecticides against clover seed weevils genus *Apion*. Effects of application of the products used were evaluated by analysis of samples at time before the application and in terms after the application. There were counted adults and then after a month in buds the larvae. Spintor in a dose of 0,4 l/ha showed in comparison to the chemical standard Biscaya 240 OD high biological effectiveness against adults with consequent minimal presence of larvae in clover heads in all experimental years.

Keyword: biological plant protection, spinosad, insect pests; red clover; clover seed weevils genus *Apion*

Úvod

Mezi hlavní hmyzí škůdce jetele lučního patří nosatcovití brouci rodu *Apion* a to především nosatčík jetelový (*Apion triforii*) a nosatčík obecný (*Protopion apricans*). Oba druhy jsou si velice příbuzní, mají obdobnou bionomii a na jeteli lučním žijí společně (Hansen, Boelt, 2008; Langer, Rohde, 2008; Rotrekl, 2000). Tito škůdci mohou způsobit výrazné ztráty na výnosu jetelového semene v důsledku žíru vyvíjejících se larev uvnitř jetelových hlávek (Rotrekl, Kolařík, 2011).

Potlačování hmyzích škůdců pomocí jejich přirozených nepřátel se obecně označuje termínem biologická ochrana (Kolařík, Rotrekl, 2014). V poslední době se tento způsob ochrany dostává do stále širšího podvědomí jak mezi uživateli, tak především mezi samotnými zemědělci. Dnes jsou na trhu použitelné systémy ochrany právě využívající užitečných organismů či jejich derivátů a produktů. Biologická ochrana je dnes zařazována jako jedna z metod integrované ochrany rostlin (IOR). Nicméně pro používání biologické ochrany je nutné znát jisté skutečnosti pro zajištění využití veškerého potenciálu daných přípravků. Základním předpokladem úspěšné práce je znalost ekologických nároků a správného poměru škůdců a jejich přirozených nepřátel. Cílem naší práce bylo ověřit případnou účinnost vybraných biologických přípravků vůči nosatčím rodu *Apion* v porostech jetele lučního právě pro využití v produkci ekologického osiva.

Materiál a metody

V letech 2013 - 2015 byly založeny poloprovazní pokusy s cílem ověřit účinnost zvolených insekticidních přípravků proti nosatčímku rodu *Apion*. V roce 2013 se sledovaná lokalita nacházela poblíž obce Domášov (49°14'29.369"N, 16°21'9.060"E). Testované varianty byly následující: 1 - neošetřená kontrola, 2 - Biscaya 240 OD (úč.l. thiacloprid 240 g/l) 3 - Spintor (úč.l. spinosad 240 g/l), 4 - Biobit XL (ú.l. *Bacillus thuringiensis* Berliner ssp. kurstaki o biologické aktivitě min. 10.600 mezinárodních jednotek/mg) a 5 - Coragen 20 SC (úč.l. chlorantraniliprole - 200 g/l) v dávce 0,16 l/ha. V roce 2014 byla pokusná lokalita v obci Litostrov (49°13'24.939"N, 16°19'40.466"E) s následnými variantami: 1 - neošetřená kontrola, 2 - Spintor v dávce 0,2 l/ha, 3 - Spintor v dávce 0,3 l/ha, 4 - Spintor v dávce 0,4 l/ha, 5 - Coragen 20 SC v dávce 0,16 l/ha a 6 - Biscaya 240 OD v dávce 0,3 l/ha. V roce 2015 byla pokusná lokalita v obci Javůrek (49°15'7.275"N, 16°21'21.467"E) s následnými variantami: 1 - neošetřená kontrola, 2 - Spintor 0,4 l/ha, 3 - NeemAzal T/S (ú.l. azadirachtin A 10,6 g/l) v dávce 3 l/ha, 4 - Steward (ú.l. indoxacarb - 300 g/l) v dávce 0,17 kg/ha, 5 - PREV B2 (etanolamin boritý odpovídající 2,1% vodorozpustnému bóru) v dávce 0,9 l/ha a 6 - Biscaya 240 OD v dávce 0,3 l/ha.

Termín aplikace byl určen dle signalizace (200 a více imág nosatčímku na 100 smyků) v období těsně před květem až objevení se prvních rozkvetlých kvítků ve druhé seči. Těsně před vlastní aplikací byly odebrány pomocí entomologického smýkadla z bylinného patra jetele vzorky entomofauny z předpokládaných jednotlivých variant (4 x 10 smyků). V laboratoři byly usmrceny v parách octanu ethylatého a rozborovány pod binokulární lupou a početnostně vyhodnoceny. Jednotlivá následná hodnocení byla prováděna v předem stanovených termínech stejným způsobem jako při hodnocení před aplikací. V termínu cca jednoho měsíce od aplikace bylo z porostu z jednotlivých variant odebráno 100 jetelových hlávek z různých míst a ty následně rozborovány v laboratoři na přítomnost larev nosatčímku. Bylo provedeno statistické vyhodnocení účinnosti (Henderson-Tilton) jednotlivých variant v porovnání s neošetřenou kontrolou z pohledu dospělců získaných z entomologických rozborů. Bylo provedeno vyhodnocení průměrného počtu larev na jednu jetelovou hlávku.

Výsledky a diskuze

Z početnosti nosatčímku a zjištěné biologické účinnosti u jednotlivých variant ve sledovaných termínech je patrné, že v roce 2013 byla při zahájení pokusu zjištěna nižší celková početnost dospělců v porostu. Nejvyšší početnost nosatčímku bylo zjištěno na variantě s přípravkem Biobit XL - 445 jedinců na 100 smyků, nejméně pak na variantě s biologickým přípravkem Spintor - 270 jedinců/100 smyků. Pokusná aplikace byla provedena dne 22. 7. 2013. V termínech 25.7., 29.7. a následně pak 1.8. byly odebrány vzorky hmyzu z jednotlivých variant. Nejnižší počet brouků třetí den po aplikaci byl v porovnání s neošetřenou kontrolou (306 jedinců na 100 smyků) zjištěn u varianty s přípravkem Biscaya 240 OD (7 dospělců na 100 smyků) a u varianty s přípravkem Spintor (33 jedinců na 100 smyků). Účinnost u jednotlivých sledovaných variant se pohybovala od 38,4 % (Coragen 20 SC) do 98,6 % (Biscaya 240 OD).

V následném termínu hodnocení (5. den po aplikaci) byl zjištěn nejnižší počet brouků a zároveň nejvyšší účinnost u přípravku Biscaya 240 OD (95,1 %) a Spintor (88,5 %). U ostatních dvou sledovaných variant byla účinnost velmi nízká pohybující se v rozmezí 6,1 % (Coragen 20 SC) do 55,1 % (Biobit XL). V posledním termínu hodnocení (10. den po aplikaci) byla účinnost nejvyšší u standardní chemické varianty (Biscaya 240 OD - 92,4 %). U biologického přípravku Spintor reziduální účinnost dosahovala 58 % v porovnání s neošetřenou kontrolní variantou. Ostatní varianty již v tento termín hodnocení vykazovaly velmi nízkou či žádnou biologickou účinnost.

Dne 13. srpna byly odebrány jetelové hlávky a v laboratoři rozborovány na přítomnost larev. Z výsledků vyplývá, že nejvíce larev bylo zjištěno na neošetřené kontrolní variantě (2,8 larev na jednu jetelovou hlávku). U varianty s přípravkem Biscaya 240 OD nebyla při vlastním rozboru zaznamenána žádná larva. Důležitý byl rozbor hlávek především u dvou testovaných biologických přípravků. U varianty s přípravkem Spintor bylo zjištěno 0,1 larev na jetelovou hlávku a 1,7 larev u varianty s přípravkem Biobit XL. Tento přípravek vykazoval velmi nízkou účinnost jak proti dospělcům, tak proti larvám.

Tabulka 1 - Vliv aplikace insekticidů na početnost nosatčíchů rodu *Apion* v roce 2013

Varianta/datum	počet brouků nosatčíchů na 100 smyků				Biologická účinnost v %			Průměrný počet larev na hlávku	% napadení jetelových hlávek
	22.7.	25.7.	29.7.	1.8.	3.den	7.den	10.den		
Kontrola	385	306	410	170	0	0	0	2,8	93
Biscaya 240 OD	385	7	20	13	98,6	95,1	92,4	0	0
Spintor	270	33	33	50	90,3	88,5	58,1	0,1	12
Biobit XL	445	257	213	176	54,1	55,1	10,4	1,7	71
Coragen 20 SC	370	287	370	226	38,4	6,1	0	0,9	49

V roce 2014 bylo na základě signalizace provedeno ošetření dne 28. července. Na všech testovaných variantách bylo v průměru na 100 smyků zjištěno od 420 do 550 jedinců nosatčíchů rodu *Apion*. Druhý den po aplikaci byly odebrány vzorky entomofauny a rozebrány. Na neošetřené kontrole bylo zjištěno celkem 577 jedinců/100 smyků. Nulový výskyt byl na variantě s přípravkem Biscaya 240 OD. Účinnost u jednotlivých testovaných variant se pohybovala od 46,8 % u přípravku Coragen 20 SC do 87,2 % u přípravku Spintor v dávce 0,4 l/ha. Při hodnocení 6. den po aplikaci byl zjištěn minimální výskyt dospělců u varianty 6 a 4 s velmi vysokou biologickou účinností (91,3 %). Velmi vysoká početnost byla zjištěna u varianty s přípravkem Coragen 20 SC (1167 dospělců/100 smyků). V posledním termínu hodnocení byla zjištěna velmi vysoká účinnost přípravku Spintor ve dvou testovaných dávkách - 0,3 l/ha (84,4 %) a 0,4 l/ha (91,6 %). Uvedené výsledky uvádí tabulka 2.

Tabulka 2 - Vliv aplikace insekticidů na početnost nosatčíchů rodu *Apion* v roce 2014

Varianta/datum	počet brouků nosatčíchů na 100 smyků				Biologická účinnost v %			Průměrný počet larev na hlávku	% napadení jetelových hlávek
	2.7.	4.7.	7.7.	11.7.	2.den	6.den	9.den		
Kontrola	490	577	1843	1483	*	*	*	1,53	78
Spintor (0,2 l/ha)	490	223	380	523	61,3	79,4	64,7	1,7	70
Spintor (0,3 l/ha)	550	153	193	260	76,4	90,7	84,4	1,24	59
Spintor (0,4 l/ha)	420	83	180	140	87,2	91,3	91,6	0,97	59
Coragen 20 SC	488	263	1167	1163	46,8	26,1	8,5	1,31	66
Biscaya 240 OD	488	0	20	47	100	98,7	96,3	0,23	13

Hlávky jetele lučního byly odebrány 6. 8. 2014. Na kontrole byl v porovnání s rokem 2013 zjištěn nižší výskyt larev - 1,53 larvy/hlávku. Z ošetřených variant bylo nejvíce larev zjištěno u varianty 2 - průměrně 1,7 larev/ hlávku (vyšší výskyt v porovnání s neošetřenou kontrolou).

Nejméně larev bylo u varianty s přípravkem Biscaya 240 OD (0,23 larev/hlávku) a varianty 4 (0,97 larev/hlávku). Procento napadených hlávek se ale u této varianty nelišila s variantou 3, kde byl průměrný počet larev vyšší (1,24 larev/jetelovou hlávku).

V roce 2015 byl před aplikací insekticidních přípravků zjištěn průměrný výskyt nosatčích na sledované lokalitě pomocí entomologického smýkadla na 100 smyků od 645 do 1020 jedinců nosatčích. V porovnání s minulými lety sledování se jedná o významný výskyt tohoto škůdce v porostu v tomto roce na pokusné lokalitě. Následný den po aplikaci byla zjištěna relativně nižší biologická účinnost u všech postřikových variant pohybující se od 8,22 % u varianty s přípravkem PREV B2 až 74,6 % u varianty s chemickým standardem Biscaya 240 OD. Velmi dobrá účinnost byla zjištěna u přípravku Spintor (67,7 %). V následném termínu hodnocení 4. den po aplikaci početnost nosatčích významně klesla v porovnání s předchozím termínem odběru i na neošetřené kontrolní variantě. U ošetřených variant nebyl zjištěn výskyt dospělců u varianty 6, minimální výskyt byl pozorován u varianty 2. Dobrá biologická účinnost byla také zjištěna u varianty 3 – 58,5 %. 7. den po aplikaci významně narostla početnost na neošetřené kontrolní variantě a variantě v přípravku PREV B2 (640 jedinců/100 smyků). Biologická účinnost testovaných přípravků se pohybovala od 47,6 % (Steward) do 89,2 % (Spintor). V posledním termínu hodnocení (14. den po aplikaci) byla nejvyšší účinnost zaznamenána u varianty s přípravkem Biscaya 240 OD (86,9 %). Ostatní testované varianty vykazovaly již minimální účinnost na výskyt dospělců nosatčích, což bylo předpokládáno vzhledem k charakteru biologické účinnosti přípravků při odběrech v delším časovém odstupu od aplikace. Při rozborování jetelových hlávek dne 6. srpna bylo nejméně larev z biologicky ošetřených variant zaznamenáno u varianty 2 (0,54 larev/hlávku), velmi nízké počty vykazoval též přípravek NeemAzal (1,14 larev/hlávku), ale při vyšším % napadení hlávek (64 %). Nejvíce larev pak bylo zjištěno u varianty s přípravkem PREV B2 (2,35 larev/hlávku). Tento přípravek tak nevykazoval žádnou účinnost proti tomuto škůdci v porovnání s neošetřenou kontrolní variantou.

Tabulka 3 - Vliv aplikace insekticidů na početnost nosatčích rodu *Apion* v roce 2015

Varianta/ datum	počet brouků nosatčích na 100 smyků					Biologická účinnost v %				Průměrný počet larev na hlávku	% napadení jetel. hlávek
	9.7.	10.7.	13.7.	16.7.	23.7.	1.den	4.den	7.den	14.den		
Kontrola	645	470	495	795	275	*	*	*	*	2,29	81,2
Spintor	680	160	35	90	280	67,7	93,3	89,2	3,5	0,54	33,3
NeemAzal T/S	1020	450	325	580	385	39,5	58,5	53,9	11,5	1,14	64
Steward	735	380	175	475	265	29,1	68,9	47,6	15,5	0,98	51
PREV B2	770	515	450	640	330	8,22	23,8	52,6	0	2,35	81
Biscaya 240 OD	890	165	0	25	50	74,6	100	97,7	86,9	0,2	19,6

V porostech jetele lučního jsou uváděni jako nejvýznamnější škůdci nosatčích rodu *Apion* (Kolařík, Rotrekl, 2012; Langer, Rohde, 2008). Tito škůdci mohou způsobit výrazné ztráty na výnosu jetelového semene. V posledních letech byly pokusně ověřeny a následně zaregistrovány přípravky na bázi neonikotinoidů (Kolařík, Rotrekl, 2013). Pro využití v ekologickém zemědělství je možné v mnoha plodinách a trvalých kulturách použít biologické přípravky mající dobrou účinnost vůči savým či žravým hmyzím škůdcům. V současné době k nejpoužívanějším patří Spintor, NeemAzal T/S, přípravek který je

registrován jako kapalné hnojivo s přidavkem bóru (PREV B2), a do roku 2013 bylo možné použít přípravek Biobit XL (Anonymus, 2015). Testovaný přípravek Spintor vykazoval ve všech letech testování v dávce 0,4 l/ha velmi vysokou účinnost v porovnání s referenčním přípravkem Biscaya 240 OD jak vůči dospělcům, tak především ve velmi nízkém výskytu larev v jetelových hlávkách. Účinnost tohoto přípravku byla významná již druhý den po aplikaci a rozdíly při porovnání s chemickým standardem byly minimální. Dobrou účinnost vykazoval též přípravek NeemAzal T/S, zde se jedná ale pouze o jednoletý výsledek a bude nutno ověřit tuto účinnost i v následných polních pokusech. U přípravku PREV B2 se nepotvrdila biologická účinnost a nejspíše nebude možno tento přípravek použít v ochraně proti nosatčikům rodu *Apion* v semenných porostech jetele lučního. Nutno také konstatovat významný bonus při použití biologických přípravků v podobě jejich neúčinnosti na necílové organismy – další skupiny hmyzu, užitečnou entomofaunu, přirozené nepřátele a velké množství vyskytujících se opylovačů v porostech kvetoucích jetelů. Z výsledků testování přípravků Coragen 20 SC popř. Steward ze skupiny indoxacarbů vyplývá, že vykazují velmi malou účinnost vůči dospělcům, ale je patrný vliv na následný výskyt larev v jetelových hlávkách díky jejich ovicidní a larvicidní účinnosti v porovnání s neošetřenou kontrolou. Zde by bylo možné využití těchto přípravků při pozdější aplikaci v porostu.

Závěr

Z výsledků testování biologických přípravků lze konstatovat dobrou účinnost u přípravku Spintor v dávce 0,4 l/ha proti nosatčikům rodu *Apion* v semenných porostech jetele lučního srovnatelný s registrovaným chemickým standardem Biscaya 240 OD. Zároveň nebyly zjištěny v porostech žádné negativní projevy na rostlinách ve všech letech sledování. Sledování také nebylo zjištěno ovlivnění necílové entomofauny. Díky těmto výsledkům byl podán návrh na rozšíření použití (minoritní registrace) do jetele lučního.

Dedikace

Výsledek byl získán za institucionální podpory na dlouhodobý koncepční rozvoj výzkumné organizace a při řešení výzkumného projektu QJ 1510121 „Inovace postupů zakládání, ošetřování a ochrany semenářských porostů víceletých pícnin“, který financuje MZe ČR prostřednictvím Národní agentury pro zemědělský výzkum.

Literatura

- Anonymus (2015) Dostupné <http://eagri.cz/public/app/eagriapp/POR/> [online]. [7.10.2015]
- Hansen, L. M, Boelt, B, (2008) Thresholds of economic damage by clover seed weevil (*Apion fulvipes* Geoff.) and lesser clover leaf weevil (*Hypera nigrirostris* Fab.) on white clover (*Trifolium repens* L.) seed crops, Grass and forage science, Volume 63 (2008) Issue 4, p 433-437
- Dostupné z:
http://apps.webofknowledge.com/summary.do?SID=V1nhEDgAHEobAajBI%40M&product=WOS&qid=1&search_mode=GeneralSearch [online]. [27.7.2011]
- Kolařík, P., Rotrekl, J. (2014): Možnosti ekologické ochrany semenných porostů jetele lučního. Pícninářské listy 2014, ročník XX, s. 31 – 33, ISBN 978-80-87091-50-0
- Kolařík, P., Rotrekl, J. (2013): Regulace početnosti nosatčiků rodu *Apion* (Coleoptera: Curculionidea) v semenných porostech jetele lučního (*Trifolium pratense* L.), Rostlinolékař 1/2013, s. 14 – 17, ISSN 1211-3565
- Langer, V., Rohde, B. (2008): Factors reducing yield of organic white clover seed production in Denmark, Grass and forage science, Vol. 60, Issue: 2 Pages: 168-174, ISSN: 0142-5242

Rotrekl, J. (2000) Zemědělská entomologie. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, ISBN 80-7157-473-2, 84s

Rotrekl, J., Kolařík, P. (2011) Významní hmyzí škůdci v semenných porostech jetele lučního, Agromanuál 7, roč. 6, s. 32 – 33 ISSN 1801-7673

Ing. Pavel Kolařík
Agriculture Research , Ltd. Troubsko
664 41 Troubsko, Zahradní 1
kolarik@vupt.cz

VYUŽITÍ FYTOHORMONŮ JAKO OCHRANY ŘEPKY PŘED PLASMODIOPHORA BRASSICAE

Plant hormones utilization as protection against *Plasmodiophora brassicae*

Koprna R., Spíchal L.

Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta

Abstrakt

Plasmodiophora brass. jako původce nádorovitosti košťálovin je nebezpečným patogenem řepky olejné, i dalších bukvovitých plodin. Významnou roli v toleranci vůči tomuto patogenu hrají fytohormony, konkrétně cytokininy a auxiny. Byla ověřena možnost použití látek ovlivňujících jejich hladinu ve formě zálivky a moření osiva u řepky olejné. Výsledky prokázali výrazný vliv CKX inhibitoru IC-F a auxinu NAA v koncentraci 100 μMol na snížení výskytu nádorů na kořenech, ale také jejich velikosti. Mořením osiva byl prokázán jen částečný vliv na eliminaci symptomů tohoto patogena.

Klíčová slova: řepka, plasmodiophora, cytokininy, auxiny

Abstract

Plasmodiophora brass. as initiator of clubroot disease is serious pathogen of oilseed rape and other brassica species. Plant hormones as auxins and cytokinins plays important role in tolerance against this pathogen. Possibility of use these plant hormones were verified in seed coating and irrigation of rapeseed plants. Results showed significant influence of CKX inhibitor IN-F and auxin NAA in concentration 100 μMol at decrease of number of galls on roots and their number too. Seed coating showed partial influence in elimination clubroot disease.

Key words: rapeseed, clubroot, cytokinins, auxins

Úvod

Nádorovitost košťálovin je jednou z nejzávažnějších chorob brukvovitých plodin. Jejím původcem je mikroorganismus *Plasmodiophora brassicae*. Podle nejnovější taxonomie je *P. brassicae* zařazena mezi podříši Protozoa (prvoci). Tento prvok napadá až 3700 druhů rostlin (Dixon, 2009). *P. brassicae* se vyskytuje v mnoha patotypech. Při hodnocení spektra patotypů v bývalém Československu bylo podle Williamsovy metody zjištěno 7 patotypů. Nejčastěji se vyskytovaly patotypy 7, 6, 4 a 10. Často se jednalo o směs dvou i tří patotypů (Chytilová, Dušek, 2007). Při použití metody ECD (European Clubroot Diferencial set) bylo u nás identifikováno celkem 35 patotypů. Výskyt tohoto patogena byl na řepce zjištěn ve větší míře v roce 2011 ve 44 podnicích, zejména v severních Čechách, severní Moravě a v pásu od jihu procházejícím Českomoravskou vysočinou (Kazda a kol., 2013).

Životní cyklus začíná haploidními trvalými spory o velikosti 2,4 – 3,2 μm . Tyto trvalé spory se dostávají do půdy z rozpadlých nádorů a mohou zde přežívat až 20 let. Spory dále klíčí a mění se v primární zoospory se dvěma bičíky. Pomocí nich se zoospory pohybují v půdě a pronikají do kořenových vlásků. Před proniknutím do hostitele ztrácejí zoospory bičíky. V kořenových vláscích se zoospory mění v haploidní jednobuněčné primární plasmodium. Toto plasmodium v sobě kumuluje tuková tělíska, dochází k jeho mitotickému dělení a vzniká mnohojaderné primární plasmodium. Z jednotlivých jader pak vznikají jednobuněčná gametangia (sporangia). V každém gametangiu je 4 – 8 gamet, ze kterých dále vznikají sekundární zoospory s bičíky. Tyto zoosporoy jsou totožné s primárními a z kořenových vlásků dále pronikají zpět do půdy. Tento cyklus trvá 5 – 7 dnů. První životní cyklus probíhá u všech brukvovitých plodin, a to i u rezistentních odrůd. Následující sekundární cyklus a tvorba nádorů již probíhá jen u náchylných odrůd. V půdě se zoospory opět pohybují a vznikají plasmogamie, které jsou tvořeny ze 2 – 4 zoospor. Plasmogamie vnikají do kořenů skrz buněčné stěny, zde ztrácejí bičíky a vznikají sekundární plasmodia.

Tato plasmodia produkují cytokininy (např. zeatin ribosid) a auxiny, ale současně indukují tvorbu těchto látek v hostitelské rostlině. V kořenových nádorech je vyšší také obsah isopenteladeninu (Devos a kol. 2005). Vlivem těchto rostlinných hormonů dochází v pletivech k hyperplasii (zmnožení buněk) a hypertrofii (zvětšení buněk). Takto jsou změněny jen napadené buňky, které jsou 5-10 krát větší než buňky zdravé a tím vznikají nádory. Životní cyklus dále pokračuje kariogamií a vytvořením diploidních mnohojaderných plasmodií. Poté plasmodia projdou meiózou a kolem haploidních jader plasmodia se vytvoří meiospory (trvalé spory) (Rod, 1996; Chytilová, Dušek, 2007).

Zvažuje se několik možných způsobů ochrany proti tomuto patogenu, zejména pokud hovoříme o pěstování řepky olejné (*Brassica napus* L.). Nejstarší jsou preventivní opatření, tedy zabránění přenosu tohoto patogena ze zamořených pozemků na ty nezamořené. Mezi agrotechnická opatření patří vyřazení hostitelských rostlin z osevního postupu a dostatečné odstupy brukvovitých v osevním postupu. Z hlediska chemické ochrany u nás není registrován žádný přípravek, eliminující výskyt nádorovitosti, i když v jiných státech již takové přípravky jsou (Terraclor 75 WP, Omega, Vapam, Sectagon a další). Fyzikální metody (např. propařování zeminy) je v případě polních plodin nereálné, podobně jako půdní solarizace. Existují i tzv. supresivní půdy, které patogena potlačují. V posledních letech se více rozmáhá šlechtění na toleranci. U brukvovitých jsou známy značné rozdíly v toleranci. Jako nejnáchylnější se používá v testech odrůda pekingského zelí Granaat. Mezi zeleninami je i mnoho odrůd, které vykazují určitý stupeň tolerance. V současnosti již lze použít tolerantní odrůdy ozimé řepky (Mendel, Mendelson, Alister, Andromeda). V pletivech těchto odrůd se na zamořených půdách nacházel původce nádorovitosti také, ale bez příznaků – tedy nádorů na kořenech (Kazda a kol. 2013). Další možností je využití fytohormonů při eliminaci tvorby nádorů po napadení tímto patogenem.

Role cytokininů a auxinů při tvorbě nádorů je klíčová. Podle Siemense (2006) se jeví transgenní linie *Arabidopsis thaliana* s overexprimující cytokinin oxidázou/dehydrogenázou jako rezistentní (tolerantní), takže snížený obsah cytokininů měl za následek zvýšenou toleranci rostlin. Devos (2006) zjistil u infikovaných rostlin *A. thaliana* 2x vyšší koncentraci cytokininu isopentenyladenin než u rostlin kontrolních. V infikovaných tkáních se zvýšila koncentrace cytokininů a toto zvyšování vedlo i ke zvýšení syntézy škrobů. Množství aktivních cytokininů, jako zeatin ribosid, bylo vždy vyšší u infikovaných rostlin než u kontrol, množství isopentyladeninu bylo větší v kořenových nádorech (Devos a kol. 2005, 2006). Asano a Kageyama (2006) zjistili, že pro optimální růst národů je vhodná koncentrace 2,4-D 0,1 a kinetinu 0,02 mg.l⁻¹. Vyšší i nižší koncentrace obou fytohormonů redukovala růst nádorů.

Klíčová se jeví i role auxinů při tvorbě nádorů. Snížení hladiny auxinů způsobilo snížený růst nádorů (Jubault a kol. 2013). Stejně výsledky byly zjištěny u mutantů *nit1*, kde byla zjištěna menší velikost nádorů a současně nižší obsah volné IAA v nádorech (Grsic-Rausch a kol., 2000; Neuhaus a kol. 2000). Předpokládá se, že napadené buňky podporují zvýšenou produkci auxinů díky napadení patogena (Ludwig-Müller, 1999). Toto zvýšení auxinů pak vede k množení infikovaných buněk a jejich následné hypertrofii. Jubault a kol. (2013) uvádí, že metabolické dráhy ovlivňující rozvoj symptomů nádorovitosti na kořenech jsou ovlivněny doposud neznámým mechanismem vývoje těchto nádorů v závislosti na působení rostlinných hormonů (zejména cytokininů a auxinů).

Materiál a metody

V roce 2014 a 2015 proběhl experiment na jarní řepce – liniová odrůda Lužnice (Semptra a.s.). Oba pokusy byly provedeny ve skleníku s řízeným světelným a teplotním režimem. V roce 2014 byla aplikace testovaných látek provedena závlivkou, v roce 2015 formou moření osiva.

Pokus se zálivkou (2014): založení pokusu: 3. 4. 2014; vyhodnocení / ukončení pokusu: 20. 5. 2014, světelný a teplotní režim: 16 hod. den/ 8 hod. tma, 25 / 20 °C, relativní vzdušná vlhkost 35 %. Varianty infikované plasmodiophorou byly ošetřeny suspenzí spor, připravených podle inokulační metody na testování rezistence k nádorovitosti košťálovin (Chytilová, Dušek, 2007). Inokulum pocházelo ze zamražených nádorů řepky z roku 2013, původem z VÚRV v.v.i., Sekce aplikovaného výzkumu zelenin a speciálních plodin Olomouc. Tato suspenze spor obsahovala směs 9 patotypů plasmodiophory brass. (podle metodiky ECD – European Clubroot Differential Set). Aplikace suspenze byla provedena v množství 50 ml do jedné nádoby o objemu 2,0 l. Jako pěstební substrát byla použit univerzální pěstební substrát (Rašelina Soběslav) a přeseťá hlína z vrchní části ornice smíchané v poměru 1:1. Zálivka 50 ml testovaného růstového regulátoru na 1 nádobu byla provedena v termínech 24. 4., 30. 4., 7. 5. a 14. 5. 2014. V průběhu celého období experimentu byly rostliny udržovány v rozmezí 60-70 % relativní vodní nasycenosti pěstební substrátu. Pro každou variantu bylo vyseto 24 opakování, vyhodnoceno pak bylo 21 – 23 opakování (některé rostliny nevzešly, nebo došlo k jejich poškození).

Tab. 1: Varianty pokusu, použité látky a koncentrace:

Infekce <i>plasmodiophora brass.</i>	Látka (růstový regulátor)	Koncentrace v zálivce
Neinfikováno	kontrola	
	PI-55 (cytokininový antagonist)	10 µMol
	TDZ-K (cytokinin)	10 µMol
	INC-F (CKX inhibitor)	10 µMol
	INC-F (CKX inhibitor)	100 µMol
	NAA (auxin)	100 µMol
Infikováno	kontrola	
	PI-55 (cytokininový antagonist)	10 µMol
	TDZ-K (cytokinin)	10 µMol
	INC-F (CKX inhibitor)	10 µMol
	INC-F (CKX inhibitor)	100 µMol
	NAA (auxin)	100 µMol

Pokus s mořením osiva (2015): založení pokusu: 6. 2. 2015; vyhodnocení / ukončení pokusu: 21. 4. 2015, světelný a teplotní režim: 16 hod. den/ 8 hod. tma, 20 / 15 °C, relativní vzdušná vlhkost 30 %. Příprava suspenze spor, inokulace plasmodiophorou, režim zálivky a pěstební substrát byly stejné, jako u experimentu v roce 2014. Pro každou variantu bylo vyseto 30 opakování, vyhodnoceno pak bylo 16 – 29 opakování (některé rostliny nevzešly, nebo došlo k jejich poškození). Jako nosič růstového regulátoru v mořidlu bylo použito insekticidní mořidlo Cruiser 350FS v poměru mořidla k růstovému regulátoru 1,5 : 7.

Tab. 2: Varianty pokusu, použité látky a koncentrace:

Infekce <i>plasmodiophora brass.</i>	Látka (růstový regulátor)	Koncentrace v mořidlu
Neinfikováno	Kontrola	
	INC-F (CKX inhibitor)	100 μ Mol
	INC-F (CKX inhibitor)	1000 μ Mol
	NAA (auxin)	100 μ Mol
	NAA (auxin)	1000 μ Mol
Infikováno	Kontrola	
	INC-F (CKX inhibitor)	100 μ Mol
	INC-F (CKX inhibitor)	1000 μ Mol
	NAA (auxin)	100 μ Mol
	NAA (auxin)	1000 μ Mol

U obou experimentů byly vyhodnoceny parametry růstu nadzemní části i kořene, u kořene byla analyzována hmotnost kořene i nádoru způsobeného *Plasmodiophorou brass.* Žádný z experimentů nebyl dopěstován do sklizňové zralosti z důvodu, že pozorování bylo zaměřeno na toleranci rostlin vůči tvorbě nádorů na kořenech a ovlivnění růstu nadzemní biomasy.

Pro stanovení cytokininů ze vzorků odebraných po ukončení experimentu se zálivkou z roku 2014, byla použita izolace pomocí klasické reverzní fáze (C18) v kombinaci se silným kationtově výměnným nosičem (směsná fáze MCX) podle protokolu Dobrev a Kamínek (2002). Profil a koncentrační hladiny přirozeně se vyskytujících cytokininových metabolitů (volných bází, ribosidů, nukleotidů, O- a N-glukosidů) byla stanovena pomocí ultra-vysoce účinné kapalinové chromatografie v kombinaci s hmotnostní spektrometrií (UHPLC-MS/MS) (Svačinová a kol., 2012). Tato analýza byla provedena samostatně z nadzemní části a z kořenů. U infikovaných kořenů byla provedena analýza kořene, včetně nádoru. Statistické zpracování průkaznosti rozdílů bylo provedeno v programu Past 2.17c.

Výsledky a diskuse:

Pokus se zálivkou (2014):

U infikované varianty poklesla hmotnost celých rostlin u všech variant oproti kontrole (Tab. 3). Délka nadzemní části rostlin výrazně převýšila kontrolu u variant obou koncentrací IN-F a NAA (114,00 – 119,07 %). Hmotnost kořene bez nádorů byla nejvyšší u varianty IN-F 100 μ M, u zbylých variant byla hmotnost nižší než u kontroly. Nejnižší hmotnost nádorů na variantu (8,02 % na K) a procento nádorů na rostlinách (28,57 % na K) byl zjištěn u varianty IN-F (koncentrace 100 μ M), jako druhá nejlepší varianta byla aplikace NAA (25,20, resp. 45,45 % na kontrolu). Obě varianty byly statisticky průkazné ve srovnání s infikovanou kontrolou.

Z hlediska zlepšení zdravotního stavu rostlin byla nejlepší variantou aplikace CKX inhibitoru IN-F ve vyšší koncentraci 100 μ M, kde došlo ke snížení počtu nádorů na rovněž jejich velikosti. Biologický účinek této látky spočívá v navýšení obsahu endogenních cytokininů cestou inhibice degradace cytokininů, čímž rostlina přirozeně zvýší jejich obsah. Toto je v rozporu s výsledky Siemense (2006) a Devose (2006), kteří zjistili vyšší obsah cytokininů u infikovaných rostlin než u tolerantních. Naopak, naše výsledky korespondují s Asanem a Kageyamou (2006), kteří zjistili, že vyšší, než optimální koncentrace cytokininů, může vést k redukci nádorů. Zajímavostí jsou také výsledky po aplikaci NAA (auxin), kdy bylo dosaženo obdobného efektu při částečné eliminaci tohoto patogena. Opačný trend obsahu auxinů a rozvoje nádorů zjistili Jubault a kol. (2003) a Ludwig-Müller (1999). Dle jejich výsledků vyšší obsah auxinů indukoval rozvoj nádorů na kořenech.

U neinfikované varianty (Tab. 3) působila nejvíce stimulačně na hmotnost celé rostliny aplikace PI-55 a NAA (120,92 a 144 % na kontrolu). Na délku nadzemní části působily

pozitivně všechny testované látky, kromě CKX inhibitoru IN-F. Hmotnost kořenů výrazně zvýšila jen aplikace CK antagonistu PI-55 (114,59 %). Toto zjištění koresponduje s poznatkami o účinku auxinů, tj. podpory růstu nadzemní biomasy a podpore apikální dominance.

Tab. 3: Výsledky experimentu se záhlavkou (2014)

Infekce	varianta	koncentrace	Váha rostliny (g)	% na kontrolu	Délka nadz. části (cm)	% na kontrolu	Váha kořene vč. nádoru (g)	% na kontrolu	Váha nádoru (g)	% na kontrolu	váha kořene bez nádoru (g)	% na kontrolu	% rostlin s nádorem na kořenech
Neinf.	kontrola		6,802	100,00	15,952	100,00	0,377	100,00	-				
Neinf.	PI-55	10uM	8,225	120,92	18,283	114,61	0,432	114,59					
Neinf.	TDZ-K	10uM	6,461	94,99	17,095	107,16	0,351	93,06					
Neinf.	INC-F	10uM	6,577	96,70	15,804	99,07	0,321	85,08					
Neinf.	INC-F	100uM	6,494	95,48	14,571	91,34	0,311	82,45					
Neinf.	NAA	100uM	9,795**	144,00**	16,783	105,20	0,371	98,45					
Infik.	kontrola		9,912	100,00	19,976	100,00	1,424	100,00	1,152	100,00	0,272	100,00	66,67
Infik.	PI-55	10uM	8,529	86,04	21,130	105,78	1,351	94,88	1,196	103,75	0,156*	57,25*	87,00
Infik.	TDZ-K	10uM	9,233	93,15	18,833	94,28	1,240	87,06	0,976	84,71	0,264	97,02	80,95
Infik.	INC-F	10uM	9,391	94,74	23,196	116,12	1,346	94,48	1,113	96,59	0,233	85,55	73,91
Infik.	INC-F	100uM	8,906	89,84	23,786	119,07	0,433*	30,39*	0,092**	8,012**	0,340	125,22	28,57
Infik.	NAA	100uM	8,183	82,56	22,773	114,00	0,534*	37,45*	0,290*	25,20*	0,244	89,60	45,45

*P < 0.05; **P < 0.01

Po analýze fytohormonů vybraných variant bylo zjištěno, že po infekci plasmodiophorou se 4x snížil obsah auxinu IAA (kysl. indol-3-octová) v kořenech u kontroly a také 2x obsah všech cytokininů (u Trans-Zeatinu se obsah snížil dokonce 5x).

Aplikace vybraných testovaných látek zvýšila obsah auxinu IAA u všech variant v kořenech i listech, nejvíce po aplikaci IN-F 100 (2,8x vyšší obsah v listech a 2x vyšší v kořenech u neinfikované varianty a vyšší obsah i u infikované varianty).

Po infekci rostlin došlo u celkového obsahu cytokininů (CK) k jejich poklesu na polovinu ve srovnání s neinfikovanou kontrolou (v kořenech i listech). Po aplikaci IN-F 100 však jejich obsah v kořenech vzrostl na téměř dvojnásobek, v listech se naopak obsah snížil. Zajímavostí bylo, že obsah cytokininů u varianty NAA (auxin) měl podobnou tendenci ke zvýšení v kořenech a snížení v listech jako u varianty s procytokininovým účinkem (IN-F 100).

Při analýze jednotlivých majoritních cytokininů bylo zjištěno, že po infekci plasmodiophorou dochází k velmi výraznému poklesu obsahu Trans-Zeatinu, kterého obsah po aplikaci IN-F a NAA zůstal nezměněn, příp. se mírně zvýšil. Toto by mohlo být vysvětlením nízkého výskytu nádorů u těchto variant, stejně jako nízkého poškození kořenů v případě výskytu nádorů na rostlinách. Podobně jako u sledování růstových parametrů, se projevil opačný trend získaných výsledků, než zjistili Devos (2006) a Jubault (2003). Výsledky korespondují se zjištěním Asana a Kageyama (2006) o inhibici růstu nádorů při vyšší než optimální koncentraci cytokininů.

Tab 4: Výsledky analýzy vybraných fytohormonů v kořenech a listech u variant: kontrola, IN-F 100 a NAA 100 (koncentrace pmol/g)

Vzorek / varianta	IAA	Total CK	Trans-Zeatin	Cis-Zeatin
jarní řepka, kořeny, kontrola, NEinfik.	296,43	51,07	35,85	9,81
jarní řepka, listy, kontrola, NEinfik.	70,65	25,37	5,08	1,89
jarní řepka, kořeny, kontrola, infik.	72,97	26,65	6,83	3,75
jarní řepka, listy, kontrola, infik.	70,03	14,05	5,01	2,70
jarní řepka, kořeny, IN-F 100, NEinfik.	834,53	91,55	56,72	14,00
jarní řepka, listy, IN-F 100, NEinfik.	141,39	16,98	7,16	4,95
jarní řepka, kořeny, IN-F 100, infik.	390,75	70,56	39,03	13,74
jarní řepka, listy, IN-F 100, infik.				
jarní řepka, kořeny, NAA 100, NEinfik.	494,00	74,39	43,66	12,50
jarní řepka, listy, NAA 100, NEinfik.	103,65	11,32	5,11	3,12
jarní řepka, kořeny, NAA 100, infik.	348,75	55,99	33,42	9,52
jarní řepka, listy, NAA 100, infik.	133,03	14,55	6,64	4,24

Pokus s mořením (2015):

Po namoření osiva CKX inhibitorem IN-F a auxinem NAA ve dvou koncentracích se projevil jejich vliv na růst kořenů a nadzemní biomasy u infikované i neinfikované varianty. U neinfikovaných rostlin působila vyšší koncentrace obou látek inhibičně na nárůst nadzemní biomasy i kořenů, zatímco u infikovaných variant byl zjištěn pozitivní vliv na hmotnost kořenů bez nádoru (zdravých pletiv), a to 140,84 % u IN-F 1000 a 296,98 % u NAA 1000 (Tab 5). U obou infikovaných variant byla naopak hmotnost kořenů i s nádory výrazně nižší (81,15 a 63,21 %). V případě infikovaných variant byl silně omezen nárůst nadzemní biomasy (24,95 – 31,55 g oproti 53,64 – 79,87 g u neinfikovaných variant).

Tab. 5: Výsledky experimentu s mořením (2015)

Infekce plasmidiophorou	Látka a koncentrace v mořidlu (mikroMol)	hmotnost nadz. části (g)	% na kontrolu	hmotnost kořene vč. nádoru (g.)	% na kontrolu	hmotnost kořene bez nádoru (g)	% na kontrolu	typ nádoru (1-velký, 2- více menších)
Ano	Kontrola	30,865	100,00	21,867	100,00	0,343	100,00	1,200
	IN-F 100	29,925	96,95	25,285	115,63	0,319	92,98	1,254
	IN-F 1000	27,544	89,24	17,744	81,15	0,483	140,84	1,178
	NAA 100	24,953	80,85	15,486*	70,82*	0,260	75,73	1,182
	NAA 1000	31,548	102,21	13,822**	63,21**	1,018*	296,98*	1,265
Ne	Kontrola	69,440	100,00	4,853	100,00			
	IN-F 100	79,870	115,02	4,493	92,58			
	IN-F 1000	59,431	85,59	3,304*	68,09*			
	NAA 100	65,167	93,85	3,692	76,09			
	NAA 1000	53,644	77,25	3,235*	66,67*			

*P < 0.05; **P < 0.01

Obr. 1, 2, 3 (pokus se zálivkou, 2014):



Infikovaná kontrola



Infikovaná NAA 100



Infikovaná IN-F 100

Závěr

Výsledky experimentu se zálivkou, mořením osiva a následná analýza obsahu cytokininů a auxinů potvrdila možnost zvýšení tolerance brukvovitých vůči rozvoji symptomů patogena *Plasmidiophora brassicae*, tedy tvorbě nádorů na kořenech. Nejúčinnější byla opakovaná zálivka 100 µM roztokem CKX inhibitoru IN-F a auxinu NAA. U obou variant výrazně klesl výskyt kořenů s nádory na 28,57 a 45,45 %, oproti kontrole (66,67 % kořenů s nádory). Velmi výrazně se však snížila hmotnost nádoru na kořenech, a to až na 8 % na kontrolu u IN-F v koncentraci 100 µM. Určitý pozitivní trend byl zaznamenán u aplikace těchto látek na osivo před výsevem. Nejlepšího výsledku bylo dosaženo u moření NAA v koncentraci 1000 µM, kdy došlo ke snížení hmotnosti nádorů i s kořenem na 63,21 % oproti kontrole a zvýšení hmotnosti zdravé části kořene na 296,98 % na kontrolní variantu. Na rozdíl od literárních údajů o roli cytokininů a auxinů při rozvoji symptomů *Plasmidiophora brassicae* se nepotvrdily údaje o supresi tohoto patogena při nízkých koncentracích v pletivech kořenů.

Dedikace

Výsledky této práce vznikly za finanční podpory projektu NAZV č. QJ1310227, projektu ED0007/01/01 Centrum regionu Haná pro biotechnologický a zemědělský výzkum a projektu MŠMT „Udržitelný rozvoj výzkumu Centrum regionu Haná“ č. LO1204.

Použitá literatura

- Asano T., Kageyama K. (2006): Growth and movement of secondary plasmodia of *Plasmidiophora brassicae* in turnip suspension-culture cells. In: Plant Pathology 55, 145–151, 2006.
- Devos, S., Vissenberg, K., Verbelen, J.P. and Prinsen, E. (2005): Infection of Chinese cabbage by *Plasmidiophora brassicae* leads to a stimulation of plant growth: impacts on cell wall metabolism and hormone balance. New Phytol. 166, 241-250.
- Devos S., Laukens K., Deckers P., Straeten D.V., Beeckman T., Inze D., Onckelen H., Witters E., Prinsen E. (2006): A hormone and proteome approach to picturing the initial

- metabolic events during *Plasmodiophora brassicae* infection on *Arabidopsis*. Mol Plant Microbe Interact. 2006;19(12):1431–1443.
- Dixon, G.R. (2009): The occurrence and economic impact of *Plasmodiophora brassicae* and clubroot disease. J. Plant Growth Regul. 28, 194-202.
- Dobrev P.I., Kaminek M.: Fast and efficient separation of cytokinins from auxins and abscisic acid and their purification using mixed-mode solid-phase extraction. J. Chromatogr. A, 950, 21-29, 2002.
- Grsic-Rausch S, Kobelt P, Siemens JM, Bischoff M, Ludwig-Muller J. (2000): Expression and localization of nitrilase during symptom development of the clubroot disease in *Arabidopsis*. Plant Physiol. 2000; 122(2):369–378.
- Chytilová V., Dušek K. (2007): Metodika testování odolnosti brukvovitých plodin k nádorovitosti. VÚRV, 27 p., ISBN 978-80-87011-23-2.
- Jubault M., Lariagon Ch., Taconnat L., Renou J.P., Gravot A., Delourme R., Manzanares-Dauleux M.J. (2013): Partial resistance to clubroot in *Arabidopsis* is based on changes in the host primary metabolism and targeted cell division and expansion capacity. In: Funct Integr Genomics. 2013 Jun; 13(2): 191–205.
- Kazda J., Prokinová E., Grimová L., Řičařová V. (2013): Využití odrůd rezistentních k nádorovitosti kořenů brukvovitých (původce *Plasmodiophora brassicae*) při pěstování řepky na zamořených pozemcích. In: Rostlinolékař 1/2013, 26-30, ISSN 1211-3565.
- Ludwig-Müller J. (1999): *Plasmodiophora brassicae*, the causal agent of clubroot disease: a review on molecular and biochemical events in pathogenesis. In: Journal of Plant Disease and Protection 106, 109–27.
- Neuhaus K, Grsic-Rausch S, Sauerteig S, Ludwig-Muller J. (2000): *Arabidopsis* plants transformed with nitrilase 1 or 2 in antisense direction are delayed in clubroot development. J Plant Physiol. 2000; 156(5/6):756–761.
- Rod J. (1996): *Plasmodiophora brassicae* původce nádorovitosti brukvovitých plodin. Brno : Ústřední kontrol. a zkušeb. ústav zeměd., 52 s. : 1 obr., 8 tab.
- Siemens, J., Keller, I., Sarx, J., Kunz, S., Schuller, A., Nagel, W., Schmulling, T., Parniske, M. and Ludwig-Muller, J. (2006): Transcriptome analysis of *Arabidopsis* clubroots indicate a key role for cytokinins in disease development. Mol. Plant-Microbe Interact. 19, 480-494.
- Svačinová J., Novák O., Plačková L., Lenobel R., Holík J., Strnad M., Doležal K.: A new approach for cytokinin isolation from *Arabidopsis* tissues using miniaturized purification: pipette tip solid-phase extraction. Plant Methods 8, 1-14, 2012.

Kontaktní adresa:

Ing. Radoslav Koprna, Ph.D.

Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta

Centrum regionu Haná pro biotechnologický a zemědělský výzkum

Oddělení chemické biologie a genetiky

Šlechtitelů 27, 783 71 Olomouc – Holice

radoslav.koprna@upol.cz

VLIV FYZIKÁLNÍHO A BIOLOGICKÉHO OŠETŘENÍ OSIVA NA VÝVOJ POROSTU A NA ZDRAVOTNÍ STAV MODELOVÝCH PLODIN

Influence of physical and biological seed treatments on growth, yield and health of selected crops

Strejčková M.¹, Bohatá A.¹, Čurn V.¹, Bartoš P.¹, Olšan P.¹, Havelka Z.¹, Kříž P.¹, Špatenka, P.^{1,2}

¹ Jihočeská univerzita České Budějovice

² České vysoké učení technické v Praze

Abstrakt

Cílem prezentovaných výsledků je ukázat u sladovnického ječmene jarního (odrůda Francin) a řepky ozimé (odrůda Cortes) vliv fyzikálního ošetření semen nízkoteplotním plazmatem (mikrovlnné, doba ošetření 4 minuty). Osivo bylo dále biologicky ošetřeno kulturou mykoparazitické houby *Trichoderma virens* a kulturou entomopatogenní houby *Metarhizium anisopliae*. Sledován byl vliv ošetření na vývoj porostu, zdravotní stav a výnosové parametry. Nízkoteplotní plazma v kombinaci s biologickým ošetřením i samotné plazma výrazně ukazuje pozitivní vliv na vzcházivost rostlin, snížení výskytu chorob a škůdců a zvýšení výnosu.

Klíčová slova: nízkoteplotní plazma, ječmen jarní, řepka ozimá

Abstract

The aim is to show the results presented at the malting spring barley (cultivar Francin), oilseed rape (cultivar Cortes) seed treatments affect the low-temperature plasma (microwave, treatment time of 4 minutes). Seeds were also biologically treated using mycoparasitic fungus *Trichoderma virens* and entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae*. We studied the effect of treatment on the plant development during vegetation, on the health and yield characteristics. Low temperature plasma in combination with biological treatment and plasma itself shows significant positive effect on the germination of plants, reduction of diseases and pests in plants with an increased yield.

Key words: low-temperature plasma, spring barley, winter oilseed rape

Úvod

Použití plazmových výbojů v praxi nachází v dnešní době stále větší spektrum uplatnění. V zemědělství a lesnictví se nízkoteplotního plazmatu úspěšně užívá k ošetření povrchu semen a k eliminaci fytopatogenních a bakteriálních původců onemocnění rostlin (Park a kol., 2006). Dekontaminace semen obilovin a luskovin napadených druhem *Aspergillus* a *Penicillium* za pomoci nízkoteplotního plazmatu (Selcuk a kol., 2008). Osivo ošetřené plazmatem a biologicky ošetřené lze sít v ochranných pásmech vod, ekologickém zemědělství, chráněných krajinných oblastech.

Materiál a Metody

Maloparcelkový polní pokus s ječmenem jarním (odrůda Francin) byl v roce 2015 založen po předplodině brambor na lokalitě České Budějovice. Příprava pozemku pro pokus byla provedena podle metodiky optimální pro pěstování sladovnického ječmene v dané lokalitě NPK (15% N: 15% K₂O: 15% P₂O₅) na podzim předchozího roku. Lokalita České Budějovice se nachází v obilnářské výrobní oblasti, v nadmořské výšce 383 m. n. m. Půdní typ pokusného pozemku je charakterizován jako hnědozem. Pokus byl založen 25. 3. 2015, sklizeň proběhla 30. 7. 2015. Z parametrů byly hodnoceny počet rostlin.m⁻², počet klasů.m⁻², počet zrn v klasu, výnos, hmotnost 1000 zrn (HTZ v g podle metodiky EBC 4.4). Zároveň byl ve všech variantách hodnocen procentuální výskyt chorob a škůdců podle metodiky (Dvořáčková, 2013).

Poloprovozní pokus s řepkou ozimou (odrůda Cortes) byl v roce 2014 založen po předplodině pšenice ozimá na lokalitě Pištín v okrese České Budějovice. Lokalita se nachází v obilnářské výrobní oblasti, v nadmořské výšce 398 m. n. m. Půdní typ pokusného pozemku je charakterizován jako hnědozem. Hnojení N 140 kg, P₂O₅ 54 kg, K₂O 40 kg, S 40 kg č.ž. na ha, aplikace regulátorů, desikantů, fungicidů a insekticidů dle doporučení SRS. Pokus byl založen 15. 8. 2014, sklizeň proběhla 17.7 2015. Během vegetace byly sledovány ukazatele počet rostlin.m⁻², počet větví na rostlině, počet semen v šešuli, výnos, hmotnost 1000 zrn. Zároveň byl ve všech variantách hodnocen procentuální výskyt chorob a škůdců podle metodiky (Odstrčilová a Plachká, 2007).

Tab. 1 Přehled variant pokusů s jarním ječmenem a ozimou řepkou na lokalitách České Budějovice, Pištín

1. Pesticid - Fungicidní moření Raxilem Star, Vitavax + Sepiret
2. Kontrola - Nemořené osivo
3. Plazma - Osivo vystavené nízkoteplotnímu plazmatu po dobu 4 minut
4. Pl + Tvi - Osivo vystavené nízkoteplotnímu plazmatu po dobu 4 minut + biologicky ošetřené houbou *Trichoderma virens* - určená proti půdním patogenům
5. Pl + Man - Osivo vystavené nízkoteplotnímu plazmatu po dobu 4 minut + biologicky ošetřené houbou *Metarhizium anisopliae* - určená proti půdním škůdcům
6. Tvi - Biologicky ošetřené osivo houbou *Trichoderma virens* - určená proti půdním patogenům
7. Man - Biologicky ošetřené osivo houbou *Metarhizium anisopliae* - určená proti půdním škůdcům

Výsledky a diskuze

Výsledky ječmene jarního jsou shrnuty v tab. 2 (kvantitativní ukazatelé). U všech sledovaných variant byl porost řídký s nižší výškou. Průměrná výška u varianty plazma byla 56 cm, u variant kontrola a Tvi byla 59 cm a u ostatních variant pak výška dosahovala 58 cm. Rozdíly byly v počtu klasů. m⁻² v rámci variant (plazma 326, pesticid 358 a ostatní varianty přes 400 klasů.m⁻², výrazně vyššího počtu klasů bylo dosaženo ve variantách s kombinovaným ošetřením – Pl+Tvi a Pl+Man). U všech variant se tvořil větší počet zrn v klasu (pesticid 24, kontrola, Pl+Tvi, Pl+Man 23 a ostatní varianty pouze 22 zrn v klasu). Výnos zrn byl nižší u varianty kontrolní, varianty mořené a ošetřené pouze plazmou. Vyššího výnosu bylo dosaženo u variant s kombinovaným ošetřením (plazma a biopreparát) a variant ošetřených biopreparátem. Všechny varianty měly podobnou HTZ (46 - 48 g). V rámci odrůdy byla prokázána dobrá odolnost vůči padlí, rzím a fuzariu v klasu. Ve všech variantách bylo vysoké procento výskytu síťovité skvrnitosti ječmene a ve variantě pesticid dále převládala spála ječmene. Ve variantách pesticid a kontrola byl vyšší výskyt napadení zrn houbami *Fusarium* spp. Nebyl prokázán vůbec žádný vliv na snížení % žíru larev a dospělců kohoutka černého.

Výsledky řepky ozimé jsou uvedeny v tab. 3 (výnosové prvky). U všech hodnocených variant byl porost řídký. Průměrná výška u varianty Tvi byla 157 cm, u varianty Man byla 133 cm. Nejnižší výška rostlin byla u variant pesticid a Pl+Man. Rostliny ve variantách s kombinovaným ošetřením, Pl+Tvi a Pl+Man tvořily nejvyšší počet větví. U všech variant se tvořilo přes 30 semen v šešulích, nejvyššího počtu bylo dosaženo v kontrolní neošetřené variantě, variantě plazmované a variantě s kombinovaným ošetřením Pl+Tvi. Výnos byl nejvyšší u varianty s kombinovaným ošetřením Pl+Tvi a dále pak u varianty plazmované a ošetřené pouze Tvi. Rovněž u varianty Pl+Tvi byla nejvyšší HTZ. Listy rostlin řepky ozimé byly napadány na podzim i na jaře (*Phoma lingam*). Nejvyšší procento napadených listů bylo ve variantách kontrola a pesticid naopak nejnižší výskyt byl u variant Pl+Tvi, Pl+Man, Tvi,

Man. Napadení kořenů touto houbovou chorobou se projevilo na jaře ve všech variantách, s výjimkou variant plazma a Man. Hálky na kořenech vytvořené larvami krytonosce zelného se nejvíce vyskytovaly u variant kontrola a plazma, naopak se výskyt vůbec neprokázal u variant Tvi a Man.

Tab. 2 Průměrné hodnoty ($\pm$ sx) výsledků pokusu s jarním ječmenem na lokalitě České Budějovice (2015) – kvantitativní ukazatelé

Varianta	počet rostlin.m ⁻²	výška rostlin (cm)	počet klasů.m ⁻²	počet zrn v klasu	výnos (t.ha ⁻¹)	HTZ (g)
Pesticid	164,00 $\pm$ 8,68	57,40 $\pm$ 2,96	358	24,17 $\pm$ 0,54	6,08	47,50 $\pm$ 0,05
Kontrola	222,00 $\pm$ 11,94	59,25 $\pm$ 4,46	408	23,43 $\pm$ 1,17	6,04	46,50 $\pm$ 0,45
Plazma	222,00 $\pm$ 1,80	56,34 $\pm$ 2,91	326	22,47 $\pm$ 1,01	6,08	47,00 $\pm$ 0,50
Pl+Tvi	226,00 $\pm$ 13,72	57,13 $\pm$ 2,63	470	23,53 $\pm$ 0,57	6,12	48,80 $\pm$ 0,70
Pl+Man	230,00 $\pm$ 6,10	58,61 $\pm$ 3,20	466	23,23 $\pm$ 1,28	6,19	47,80 $\pm$ 0,30
Tvi	220,00 $\pm$ 11,66	59,06 $\pm$ 3,52	410	22,37 $\pm$ 0,65	6,21	47,10 $\pm$ 0,05
Man	205,00 $\pm$ 5,53	58,45 $\pm$ 4,02	406	22,77 $\pm$ 1,55	6,21	47,70 $\pm$ 0,05

Tab. 3 Průměrné hodnoty ($\pm$ sx) výsledků pokusu s řepkou ozimou na lokalitě Pištín (2014/15) – výnosové prvky

Varianta	počet rostlin.m ⁻²	výška rostlin (cm)	počet větví na 1 rostlině	počet semen v šešuli	výnos (t.ha ⁻¹)	HTZ (g)
Pesticid	20,40 $\pm$ 4,27	116,37 $\pm$ 95,25	12,60 $\pm$ 3,38	30,40 $\pm$ 3,77	3,45	4,80 $\pm$ 0,00
Kontrola	20,60 $\pm$ 2,65	123,69 $\pm$ 94,96	10,80 $\pm$ 1,78	33,07 $\pm$ 4,59	3,86	4,50 $\pm$ 0,05
Plazma	26,00 $\pm$ 3,29	122,67 $\pm$ 87,43	11,80 $\pm$ 2,52	32,97 $\pm$ 2,50	4,44	4,70 $\pm$ 0,05
Pl+Tvi	22,20 $\pm$ 5,40	129,54 $\pm$ 81,12	14,10 $\pm$ 2,74	33,15 $\pm$ 3,62	5,26	4,90 $\pm$ 0,05
Pl+Man	26,60 $\pm$ 3,38	118,74 $\pm$ 70,85	13,00 $\pm$ 2,28	31,55 $\pm$ 3,10	3,33	4,70 $\pm$ 0,05
Tvi	21,80 $\pm$ 4,35	157,59 $\pm$ 118,95	10,60 $\pm$ 1,56	31,72 $\pm$ 3,84	4,39	4,80 $\pm$ 0,00
Man	23,20 $\pm$ 3,92	133,20 $\pm$ 84,59	12,10 $\pm$ 1,14	32,03 $\pm$ 4,49	3,55	4,80 $\pm$ 0,10

Závěr

Nízkoteplotní plazma v kombinaci s biologickým ošetřením i samotné plazma vykazuje výrazně pozitivní vliv na výnosové parametry (počet semen, výnos, HTZ) u řepky i jarního ječmene. U řepky ozimé plazma v kombinaci s biologickou ochranou snižuje výskyt houbové choroby *Phoma lingam* a hálek krytonosce zelného na kořenech.

Dedikace

Práce vznikla jako součást projektu TAČR TA 04021252 s názvem „Vývoj zařízení pro fyzikální ošetření semen a sladu pomocí nízkoteplotního plazmatu“

Použitá literatura

- Dvořáčková, O. (2013): Metodika zkoušek užitné hodnoty. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, Národní odrůdový úřad, Brno, 17-38.
- Dubinov, A.E., Lazarenko, E.M., Selemir, V.D. (2000): Effect of glow discharge air plasma on grain crops seed. IEEE Transaction on Plasma Science 28, 180-183.
- Hippler R. a kol. (2001): Low Temperature Plasma Physics, Wiley-VCH, Berlin
- Odstrčilová, L., Plachká, E. (2007): Význam rozšiřujících se houbových chorob v řepce olejce ozimé na území ČR. Sborník. Aktuální poznatky v pěstování, šlechtění a ochraně rostlin a zpracování produktů, Brno. Výzkumný ústav pícninářský, spol. s r.o., Zemědělský výzkum, spol. s r.o., Troubsko. s. 431-434.
- Park, B.J., Kosuke, T., Yoshiko, S.K., Ik-Hwi, K., LEE, M.H., HAN, D.W., Kie-Hyung, CH., HYUN, O., PARK, J.CH. (2006): Degradation of mycotoxins using microwave-induced argon plasma at atmospheric pressure. Science Direct: Surface & Coatings Technology 207, č. 201, s. 5733-5737.
- Selcuk, M., Lutfi, O., Pervin, B. (2008): Decontamination of grains and legumes infected with *Aspergillus* spp. and *Penicillium* spp. by cold plasma treatment. Bioresource Technology 99, č. 11, s. 5104-5109.
- Volin, J.C., Denes, F.S., Young, R.A., Park, S.M.T. (2000): Modification of seed germination performance through cold plasma chemistry technology. Crop Science 40, 1706-1718.
- Yin, M.Q., Huang, M.J., Ma B.Z., Ma T.C. (2005): Stimulating effects of seed treatment by magnetized plasma on tomato growth and yield. Plasma Science and Technology 7, 3143-3147.

Kontaktní adresa:

Ing. Monika Strejčková
Zemědělská fakulta
Katedra Speciální produkce rostlinná
Na Sádkách 1780, České Budějovice 370 05
e-mail: StrejckovaMonika@seznam.cz

ZHORŠUJE SE KVALITA HUMUSU ČERNOZEMÍ V ČASE?**Does the Quality of Humus in Chernozems Worsen?****Horáček J.¹, Novák P.², Liebhard P.³, Babulicová M.⁴**¹*ZF JU v Českých Budějovicích*²*VÚMOP Praha Zbraslav*³*BOKU Wien*⁴*CVRV Piešťany***Abstrakt**

Pro porovnání změn množství a kvality humusu v čase byly analyzovány archivované půdní vzorky vybraných středočeských černozezemí z tzv. „S“ sond (Komplexní průzkum půd 1960-1970) a paralelně čerstvě odebrané vzorky z těchto lokalit. V souboru čerstvě odebraných vzorků byly u všech lokalit zjištěny horší kvalitativní parametry (nižší poměry HK:FK a vyšší hodnoty Q4/6) humusu, než ve vzorcích archivních. U všech kvantitativních parametrů humusu (celkového uhlíku a jeho všech stanovených složek) tomu bylo naopak. Z výsledků by bylo možno usuzovat, že zhoršení kvality humusu současných černozezemí je částečně kompenzováno vyšší sekvestrací uhlíku do půdy. Problematiku porovnání současných a starších údajů kvality humusu, resp. půdní organické hmoty (POH) černozezemí lze však považovat stále za otevřenou.

Klíčová slova: množství a kvalita humusu, změny v čase, černozezemě, půdní organická hmota

Abstract

For the assessment of long/term changes two sets of soil samples were parallelly analysed and compared: the “old” archive samples that were obtained during the Soil Survey 1960-1970 and the “present” (2013) set of samples taken out exactly at the same places as the old ones. The recently collected samples revealed worse qualitative parameters (lower HA:FA ratios and higher Q4/6 values) than the archived samples, for all the localities. On the other side quantitative SOM parameters (C_{ox} and all its determined components) showed contrary results. The amount of total SOM is higher at present than it was 45-50 years ago at the some localities. It can be concluded that the current decline in SOM quality in Chernozems caused by partly compensated for with higher accumulation of SOM into soil.

Key words: humus quality and quantity, changes in time, Chernozems, soil organic matter

Úvod*Charakteristika a význam půdní organické hmoty*

Půdní organická hmota (POH), v řadě prací zjednodušeně označována jako humus, je složitý, heterogenní, polydispersní soubor organických látek různého původu, s proměnlivým složením, stupněm dispersity, aktivity a tím i vztahem k ostatním složkám půdní hmoty a živým organismům (Sotáková, 1982). Zaujec et al. (2009) charakterizují půdní organickou hmotu jako jeden z článků řetězce trofických vazeb mezi různými formami života, které ho uzavírají a zároveň jsou i jeho prvním článkem.

Význam půdní organické hmoty pro půdní úrodnost a obecně pro kvalitu půdy je dlouhodobě známý a dlouhodobě oceňovaný. Není pochyb o tom, že půdní organická hmota příznivě ovlivňuje fyzikální a chemické vlastnosti půdy, je základním faktorem půdní úrodnosti a v převážné míře je podmínkou existence velmi bohaté a diversifikované půdní bioty (Zujec et al., 2008, Baum et al. 2013).

Vedle agronomického významu půdní organické hmoty se v poslední době zvlášť oceňuje její význam pro životní prostředí, a to zejména z hlediska akumulace organického uhlíku a jeho sekvestrace do půdy a dále také z hlediska zachování ekologických funkcí půdy (Kubát et al., 2008). Půdní organická hmota představuje významnou část organického uhlíku v biosféře a v závislosti na podmínkách prostředí může omezovat uvolňování skleníkových plynů z půdy a ovlivňovat sekvestraci uhlíku v půdním prostředí (Kolář et al. 2009).

Úbytky organické hmoty v půdě jsou považovány za nejvýznamnější faktor procesu degradace půd v obecném pojetí. Jsou způsobovány především větrnou a vodní erozí, nedostatečným přísunem organických hnojiv do půd a nevhodnými, resp. komerčními osevními postupy. Kvantifikace tohoto jevu je problematická, i když běžným pozorováním jsou známky dobře patrné (světlé erodované plochy na orné půdě bez vegetace na návětrných plochách svahů, odnosy materiálu kvalitního humusového horizontu do vodotečí nebo jeho akumulace v podsvahových diluviích (Sánka a Materna, 2004).

Nejrozsáhlejšími vlivy na stav POH v hospodářsky využívaných půdách jsou pak agrotechnické zásahy, z nichž nejvýznamnější, působící na organickou hmotu a její složky v půdě, jsou systémy zpracování půdy, resp. systémy hospodaření (Horáček et al. 2004).

V půdní organické hmotě (POH) je převážně ceněna její zhumifikovaná složka. Stav POH v půdě nelze proto hodnotit jen údajem o jejím celkovém množství, resp. obsahem celkovém organickém (oxidovatelném) uhlíku (C_{ox}). Tento kvantitativní parametr je proto většinou doplňován kvalitativními parametry POH. Nejpoužívanější jsou poměr huminových kyselin k fulvokyselinám HK:FK a tzv. barevný kvocient $Q\ 4/6$. Hodnoty těchto kvalitativních parametrů z řady černozemních lokalit z poslední doby jsou výrazně horší, než výsledky uváděné zejména ve starší literatuře (Pospíšil 1980) pro tento půdní typ. Ovšem v jakémsi kvazistacionárním stavu, který existuje v dlouhodobě využívaných, převážně však orných půdách, je i celkové množství půdní organické hmoty určitým měřítkem úrodnosti či produkční schopnosti dané půdy (Lal a Kimble 1997; Horáček et al., 2004).

Černozemě

Černozemě jsou obecně považovány za agronomicky nejhodnotnější půdní typy. Jejich přirozená či potenciální úrodnost se může samozřejmě dosti podstatně lišit v závislosti na subtypu, varietě, půdotvorném substrátu, zrnitosti, vlhkostních poměrech a dalších vlastnostech stanoviště, ale také na množství a kvalitě půdní organické hmoty. Obsah C_{ox} černozemí se většinou uvádí v rozmezí 1,5 - 2,5%, resp. 2 - 3,5 % „humusu“ (Stevenson 1994; Bielek, 2000; Kubát et al., 2008). To znamená, že ČM obsahují organického uhlíku v průměru méně, než řada agronomicky horších půdních typů. Předpokládá se však, že většina tohoto uhlíku je obsažena hlavně ve zhumifikovaném podílu POH, jehož kvalita v humusových horizontech, vyjádřená např. poměrem HK:FK v rozmezí 2,5 - 3,5 a nebo barevným kvocientem $Q\ 4/6$ v rozmezí hodnot 1 - 1,5 (Pospíšil 1980), je velmi vysoká. Agronomická hodnota černozemí je dále podpořena většinou příznivým zrnitostním složením, vysokou sorpční a pufrací kapacitou, stabilitou půdních agregátů a příznivou (neutrální až slabě alkalickou) půdní reakcí.

Cílem tohoto sdělení je posoudit kvantitativně-kvalitativními parametry zejména zpracovávaných černozemí vzhledem k jejich relativně horším hodnotám, a to zvláště v porovnání s dříve uváděnými údaji pro tento půdní typ na vybraných archivovaných a v současnosti odebraných vzorcích totožných středočeských černozemních lokalit.

Materiál a metody

Archivované vzorky z KPP (komplexní průzkum zemědělských půd – „S“ sondy) z odběrů před cca 50 lety byly vybírány z rovinných poloh v terénu snadno dostupných. Takto byly vytipovány a v konečné fázi i nalezeny lokality Klapý, Libčeves, Libochovice, Nová Ves, a Račiněves, kde byly v červenci 2013 odebrány půdní vzorky z humusových Ap horizontů. Vzorky byly na vzduchu usušeny, upraveny na 2 mm prosev pomocí mlýnu pulverisette 8 (Fritsch), homogenizovány a část oddělena na laborette 27 (Fritsch) pro úpravu na 0.25 mm prosev. Naše pracoviště již dlouho používá tento prosev nejen k obvyklému stanovení Cox, ale i k frakcionaci humusových látek. Vzorky čerstvě odebrané byly analyzovány společně s archivovanými vzorky z těchto lokalit, tedy Ap horizonty původních „S“ sond dle běžných

metodik a frakcionace humusu byla provedena v úpravě našeho pracoviště (Horáček et al.; 2008). Barevný kvocient $Q_{4/6}$ byl měřen ve stabilizovaných (Na_2SO_4) alkalických extraktech při 465 a 665 nm (spektrofotometr Jenway 6 100) tak, aby po naředění extrakčním roztokem se absorbance u 465 nm pohybovaly okolo hodnoty 0,7. Charakteristiky sorpčního komplexu, tj. celková, resp. maximální kationtová výměnná sorpční kapacita (hodnota T), uváděná též zkráceně jako KVK, obsah výměnnýchází (hodnota S) a stupeň sorpčního nasycení (V), byly pro srovnatelnost výsledků stanoveny dle původní metodiky (Sirový et al. 1967). Analytická opakování byla zpracována běžnými statistickými postupy. Podrobnější matematicko-statistické šetření nebylo možno z důvodu malého souboru i počtu opakování provést a výsledky jsou uvedeny jen rozpětím zjištěných hodnot.

Výsledky a diskuse

Úvodem nutno poznamenat, že černozemě nejsou hlavním předmětem výzkumného zájmu našeho pracoviště, neboť ZF JU v Českých Budějovicích řeší nejvíce vlastnosti kambizemí, jako převažujícího půdního typu regionu i celé ČR. Černozemě však využíváme jako srovnávací půdní typ ať v inkubačních nebo i polních pokusech. Výsledky kvalitativních parametrů POH černozemí z poslední doby našeho i jiných pracovišť se dosti významně liší od údajů zejména v starších pracích. Tato skutečnost nás přivedla k úvaze o možném antropogenním degradačním vlivu v posledních desetiletích, zejména prostřednictvím intenzivního zpracování, resp. celého systému intenzivního hospodaření na tomto půdním typu a otevřela i otázku správnosti dříve uváděných analytických hodnot. Proto byla provedena srovnávací studie stanovení kvantitativně-kvalitativních parametrů POH (humusu) vybraných archivovaných a v současnosti z totožných lokalit středočeských černozemí.

Výsledky si dovoluujeme uvést formou souhrnných tabulek a grafů kvantitativně-kvalitativních ukazatelů POH z vybraných lokalit. Jedná se převážně o zjednodušeně zprůměrnované údaje, které z hlediska různých výzkumných záměrů nelze zcela sjednotit. Diskutovány budou proto jen nejfrekventovanější ukazatele, tedy obsahy celkového uhlíku C_{ox} , hodnoty poměrů HK:FK a hodnoty barevného kvocientu $Q_{4/6}$ a u souboru středočeských černozemí pak ještě charakteristiky sorpčního komplexu.

Protože však ani u „S“ sond nebyla prováděna frakcionace humusu, tedy posouzení jeho kvality, a protože kvalitu POH lze také částečně posoudit prostřednictvím hodnot (charakteristik) sorpčního komplexu půdy, a to zvláště pomocí KVK, a protože původní charakteristiky sorpčního komplexu jsou u středočeských černozemí známy, rozhodli jsme se pro zopakování jejich stanovení dle původní metodiky u archivovaných i čerstvě odebraných vzorků. Výsledky jsou součástí Tab.1.

Tab. 1 Základní půdní charakteristiky vybraných středočeských černozemí

Lokalita	Zrnitost		Humus			CaCO ₃	pH _{KCl}		
	[%] (a.d.)		[%]			[%]			
	0.01 mm	0.001 mm	a.d.	a.v.s.a.	v.s.	a.d.	a.d.	a.v.s.a.	s.v.
Klapý	70,4	44,2	3,81	3,58	4,34	14,0	7,10	7,19	7,17
Libčeves	31,7	19,3	2,75	2,54	4 31	1,3	7,10	7,16	7,30
Libochovice	48,7	28,5	3,62	3,53	4,17	2,1	7,30	7,30	7,26
Nová Ves	33,5	21,3	2,24	2,60	3,75	0,32	7,20	7,18	6,90
Račíněves	48,7	26,9	1,90	1,65	2,63	0,94	6,60	6,48	6,61

Lokalita	KVK Hodnota T			Hodnota S			Stupeň sorpčního nasycení V		
	[mgeq/100 g půdy]			[mgeq/100 g půdy]			[%]		
	a.d.	a.v.s.a.	s.v.	a.d.	a.v.s.a.	s.v.	a.d.	a.v.s.a.	s.v.
Klapý	36,1	34,8	38,1	36,8	35,5	39,2	98,1	98,0	97,2
Libčeves	17,9	15,5	18,6	19,0	16,5	19,9	94,2	94,1	93,4
Libochovice	25,5	25,4	29,8	27,1	26,8	31,8	94,1	94,8	93,7
Nová Ves	17,5	17,9	22,1	20,5	20,4	26,3	85,3	87,7	84,2
Račíněves	23,3	23,9	23,6	24,5	25,6	25,7	95,1	93,3	91,8

a.d. = archivovaná data; a.v.s.a. = archivované vzorky současné analýzy; s.v. = současné vzorky

Černozem lokality Klapý je zrnitostně hodnocena jako jílovitá (USDA), ze všech pěti sond obsahuje nejvíce částic < 0.01 mm (Tab.1). Zároveň obsahuje také největší procento karbonátů, čímž lze vysvětlit nezměněné hodnoty půdní reakce jak původních, tak v současnosti odebraných půdních vzorků. Sorpční komplex této lokality má také nejvyšší hodnoty T a S a zároveň i nejvyšší stupeň sorpčního nasycení V, což vzhledem k výše uvedenému nijak nepřekvapuje. Stupeň sorpčního nasycení současných vzorků oproti archivovaným i u nich původně deklarovaným o něco poklesl. Obsah POH, resp. humusu – $Cox \cdot 1.724$ a jeho ostatních složek (Tab.2), se po cca 50 letech kultivace zvýšil o cca 0.5 %, ale poklesla (statisticky však nevýznamně) kvalita tohoto humusu (Grafy 1-3). I když obsah celkového uhlíku koresponduje s daným půdním typem (Stevenson 1994), nelze to již říci o parametrech kvalitativních (Pospíšil 1980; Kubát et al. 2008).

Tab. 2 Kvantitativní parametry POH vybraných A_p horizontů středočeských černozemí

Lokalita	varianta	C_{ox}	$C_{ox HL}$	$C_{ox HK}$	$C_{ox FK}$	C_{hws}	zbytek C_{ox} po oxidaci
		[g / 100 g půdy]					
Klapý	a. d.	2,03 – 2,07	0,92 – 1,04	0,53 – 0,59	0,39 – 0,45	0,071 – 0,074	0,89 – 0,97
	s.	2,49 – 2,55	1,02 – 1,16	0,58 – 0,66	0,44 – 0,50	0,086 – 0,090	1,17 – 1,27
Libčeves	a. d.	1,29 – 1,34	0,66 – 0,74	0,35 – 0,39	0,31 – 0,35	0,057 – 0,060	0,86 – 0,94
	s.	2,25 – 2,28	0,84 – 0,96	0,42 – 0,46	0,43 – 0,49	0,114 – 0,119	1,11 – 1,21
Libochovice	a. d.	2,04 – 2,08	0,94 – 0,98	0,52 – 0,60	0,39 – 0,45	0,071 – 0,074	0,96 – 1,06
	s.	2,41 – 2,43	0,95 – 1,09	0,56 – 0,63	0,43 – 0,49	0,081 – 0,084	1,26 – 1,38
Nová Ves	a. d.	1,50 – 1,52	0,69 – 0,77	0,39 – 0,43	0,30 – 0,34	0,054 – 0,058	0,69 – 0,77
	s.	2,16 – 2,20	0,85 – 0,97	0,48 – 0,54	0,39 – 0,43	0,062 – 0,065	0,96 – 1,04
Račíněves	a. d.	0,85 – 0,90	0,48 – 0,54	0,24 – 0,28	0,24 – 0,26	0,030 – 0,033	0,45 – 0,51
	s.	1,51 – 1,55	0,64 – 0,74	0,33 – 0,37	0,31 – 0,35	0,050 – 0,053	0,90 – 0,96

a. d. = archivovaná data

p. = současné analýzy

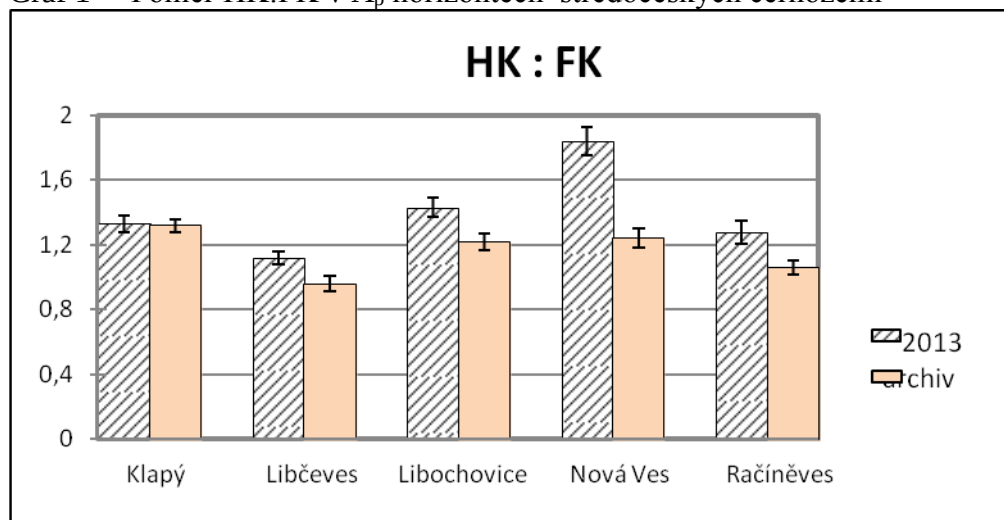
Půda lokality Libčeves je naopak z celého souboru středočeských černozemí zrnitostně nejlehčí – písčitohlinitojílovitá.. Tomu odpovídá také relativně nízká KVK (T) a hodnota S (nejnižší z celého souboru), a čerstvé vzorky mají hodnotu T o něco vyšší než archivované. Stupeň sorpčního nasycení V je hodnocen jako nasycený, což odpovídá obsahu karbonátů a neutrálnímu až slabě alkalickému pH_{KCl} . Obsahy POH a dalších složek (Tab. 2) této lokality se zvýšily nejvýrazněji, ale kvalita této POH se spolu s lokalitou Račíněves naopak nejvíce snížila (Grafy 1-3).

Černozem ze sondy Libochovice je zrnitostně hodnocena jako hlinitojílovitá, obsahuje 2.1 % $CaCO_3$ a má slabě alkalické pH_{KCl} . Tomu odpovídají relativně vyšší hodnoty T a S, které jsou u současných vzorků vyšší než u archivovaných (Tab. 1). Obsah POH se zde zvýšil o cca 0.5 %, ale její kvalita se mírně, ale přesto statisticky významně snížila.

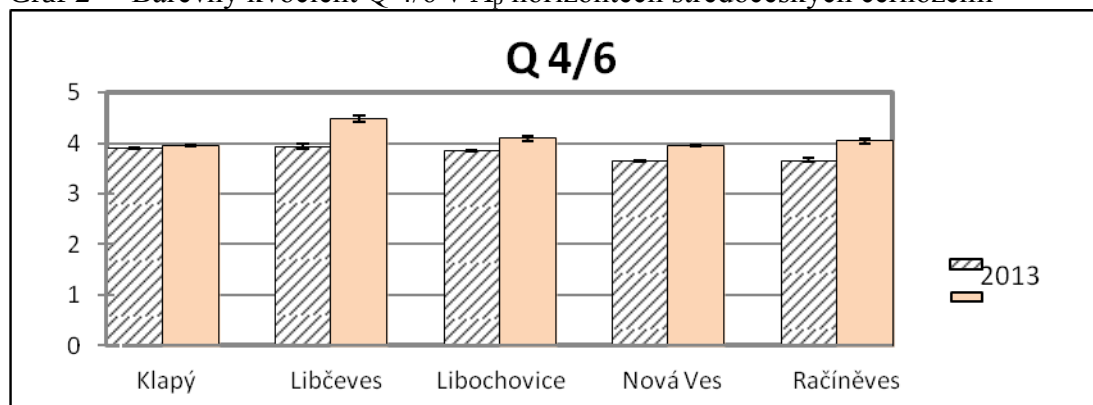
Černozem v lokalitě Nová Ves je zrnitostně hodnocena jako hlinitá a má relativně nízký obsah karbonátů (Tab.1). Výměnná půdní reakce se v průběhu padesátiletého obhospodařování jako u jediné lokality souboru výrazněji snížila z pH_{KCl} 7.20 na 6.90. Hodnoty sorpčního nasycení (Tab.1) jsou nejnižší ze všech pěti středočeských černozemí, ale hodnota KVK se u současných vzorků zvýšila podobně jako u ostatních lokalit. Podstatně se zde zvýšil také obsah POH a jejích dalších složek (Tab.2), ale za současně statisticky významného poklesu její kvality (Grafy 1-3).

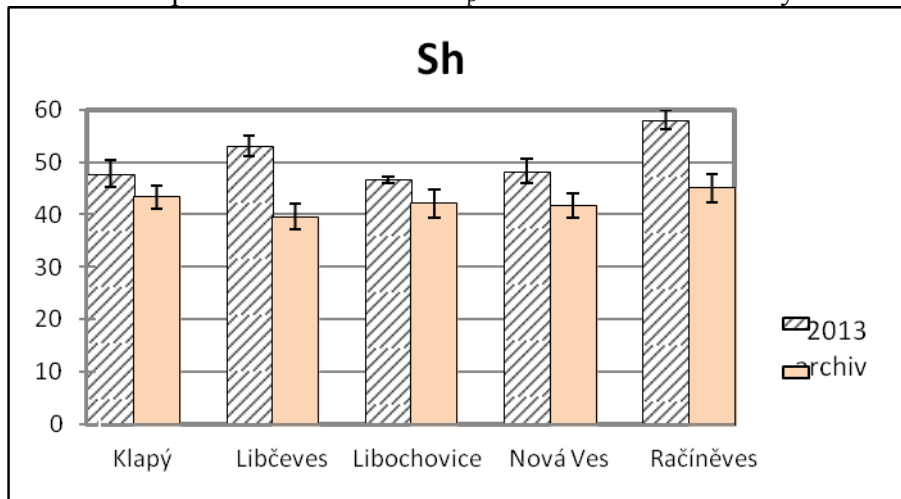
Zrnatostní složení černozemě v Račiněvsi je hodnoceno jako hlinitojílovité. Tato lokalita má nejnižší hodnoty pH_{KCl} (Tab. 1) z celého souboru, ale nebyl zde zaznamenán pokles půdní reakce u současných vzorků oproti archivovaným. V sorpčním komplexu došlo k mírnému poklesu hodnoty V za současného mírného nárůstu KVK (T). Celkový obsah POH a jejích dalších složek (Tab. 2) se u této lokality též podstatně zvýšil, ale podobně jako u ostatních lokalit se snížila její kvalita (Grafy 1-3). Obsahy celkového uhlíku sice opět odpovídají půdnímu typu, ale kvalitativní parametry (Kubát et al. 2008) již nikoliv.

Graf 1 Poměr HK:FK v A_p horizontech středočeských černozemí



Graf 2 Barevný kvocient $Q_{4/6}$ v A_p horizontech středočeských černozemí



Graf 3 Stupeň humifikace Sh v A_p horizontech středočeských černozemí

Soubor vybraných středočeských černozemí porovnává analytická data archivovaných půdních vzorků analyzovaných v současnosti s daty vzorků z totožných lokalit v současnosti odebraných. Výsledky parametrů POH horizontů jsou zde poněkud rozporuplné. Zavedené ukazatele kvality POH, tedy poměr HK:FK (Graf č. 1), barevný kvocient Q4/6 (Graf č. 2), případně stupeň humifikace Sh (Graf č. 3) ukazují na zhoršení kvality POH u všech lokalit v průběhu uplynulých cca 50 letech. Data z Tab. č. 2 ale ukazují naopak dosti výrazné zvýšení (zlepšení) všech kvantitativních hodnot POH současných A_p horizontů oproti archivovaným. Tato skutečnost, tj. zvýšená sekvestrace uhlíku do půdy v posledních desetiletích, by ukazovala na zvýšení zásoby půdního uhlíku vybraných černozemních lokalit.

U stanovených charakteristik sorpčního komplexu byla u archivovaných vzorků prokázána dobrá shoda s původními daty, což dokazuje, že při dobrém skladování se půdní vlastnosti příliš nemění. U v současnosti odebraných vzorků došlo k nepatrnému zvýšení KVK oproti archivovaným. Nalezené hodnoty sorpčního komplexu však nelze v tomto případě dosti dobře spojit s kvalitou humusu, neboť zvýšení hodnot KVK je patrně spojeno jen se zvýšením celkového množství POH a navíc se zde na KVK podílí také značnou měrou jílová minerální složka půdy. Kvantifikace tohoto podílu by však vyžadovala dodatečné analýzy. Komplexní agronomické hodnocení souboru středočeských černozemí není tedy zdaleka jednoznačné.

Závěr

Srovnávací studie parametrů POH archivovaných a v současnosti odebraných A_p horizontů vybraných středočeských černozemí ukázala sice na jisté snížení kvality humusu v čase, které však při komplexním hodnocení stanovišť může být kompenzováno zvýšenou sekvestrací uhlíku do půdy. Zhoršení kvality POH některých černozemí lze u svažitých lokalit vysvětlit dosti jednoduše erozními smyvy humusových horizontů. Zdůvodnění v rovinatých partiích je složitější a patrně jde o vliv celého systému hospodaření, kde za hlavní je možno považovat na orných půdách jejich zpracování. Lze samozřejmě spekulovat i o jisté rozdílnosti používaných analytických metod či jejich chybách. Největším problémem je ale absence srovnávacích (vstupních) dat výše uvedených kvalitativních parametrů POH příslušných lokalit z minulé doby. Prakticky u všech vyšetřovaných černozemních lokalit byly nalezeny mnohem horší kvalitativní parametry humusu, než jaké jsou uváděny v literatuře pro tento půdní typ. Problematiku porovnávání současných a starších údajů kvality POH černozemí lze tak považovat stále za otevřenou.

Poděkování

Poděkování za spolupráci patří VÚMOP Praha Zbraslav a jeho pracovníkům, řešícím výzkumný záměr MZE0002704902, a to zejména za poskytnutí archivovaných vzorků půd.

Použitá literatura

- Baum C., Eckhard K.U., Hahn J., Dimitrou I., Leinweber P. (2013): Impact of poplar on soil organic matter quality and microbial communities in arable soils. *Plant and Soil Environment*, 59, 95-100
- Bielek P. (2000): Dusík v poľnohospodárskych pôdach Slovenska. VÚPOP Bratislava, s 254, ISBN 80-85361-44-2
- Horáček J., Kolář L., Ledvina R., Čechová V., Hřebečková J. (2004): Ovlivnění transformace půdní organické hmoty. *Collection of Scientific Papers: Series for Crop Science*, 21. České Budějovice, Jihočeská univerzita, s. 55 – 60.
- Horáček J., Kolář L., Čechová V., Hřebečková J. (2008): Phosphorus and Carbon Fraction Concentrations in a Cambisol Soil as Affected by Tillage. *Com. In Soil Sci. And Plant Anal.*, 39, : 2032-2045, ISSN 0010-3624
- Kolář L., Kužel S., Horáček J., Čechová V., Borová-Batt J., Peterka J. (2009): Labile fractions of soil organic matter, their quantity and quality. *Plant Soil Environment*, 55 (6): 245-251.
- Kubát J., Cerhanová D., Mikanová O., Šimon T. (2008): Metodika hodnocení množství a kvality půdní organické hmoty v orných půdách. *Metodika pro praxi*. Praha, Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., 34 s.
- Lal R., Kimble J.M. (1997): Conservation tillage for carbon sequestration. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 49: 243-253.
- Pospíšil F. (1980): Obsah a složení humusu v českých zemích. *Studie ČSAV, Acad.* Praha, s. 92.
- Sánka M., Materna J. (2004): Indikátory kvality zemědělských a lesních půd ČR. *Edice Planeta-odborný časopis pro životní prostředí*, 12 (11): 39.
- Sirový V. a kol. (1967): Průzkum zemědělských půd ČSSR – 3. díl. Praha, s. 125
- Sotáková S. (1982): Organická hmota a úrodnost půdy. Bratislava, *Příroda*, s. 123-126.
- Stevenson F., J. (1994): *Humus chemistry, genesis, composition, reactions*. John Wiley & Sons, New York
- Zaujec A., Chlpík J., Nádašský J., Szombathová N., Tobiášová E. (2009): *Pedológia a základy geológie*. SPU Nitra, s 400, ISBN 978-80-552-0207-5.

Kontaktní adresa:

doc. Ing. Jan Horáček, CSc.
Katedra agroekosystémů ZFJU v Českých Budějovicích
Studentská 13
37005 České Budějovice
e-mail: horacek@zf.jcu.cz

UTUŽENÍ PŮDY VE VINOHRADECH A JEHO VLIV NA RŮST RÉVOVÉHO KEŘE

Soil compaction in vineyards and its impact on growth of vine

Ferianc J., Burg P.

MENDELU v Brně, Zahradnická fakulta, Lednice

Abstrakt

Článek se zabývá hodnocením penetračního odporů půdy a jeho vlivu na růst réвовého keře. Penetrometrická měření proběhla ve vinohradnickém regionu jižní Moravy, a to na dvou experimentálních stanovištích v k.ú. Mikulov. Půdní povrch v meziřadí vinic byl udržován pravidelnou kultivací (kypřiče, talířové podmlátače) do hloubky 30–70 mm v podobě černého úhoru. Na každé z vinic je při provádění pracovních operací využíván rozdílný typ energetického prostředku – vinohradnický kolový traktor NEW HOLLAND TN 75 V, portálový nosič nářadí PELLENC OPTIMUM. Při průjezdu meziřadím vinice se oba stroje pohybují ve zcela odlišných kolejových stopách, což významně ovlivňuje utužení půdy, a jeho zónu působnosti.

Z rozložení penetračního odporu půdy na půdních mapách vyplývá, že z hlediska provádění mechanizovaných operací je výhodnější nasazení portálového nosiče.

Klíčová slova: půdní utužení, meziřadí vinic, portálový nosič, penetrometrie

Abstract

The article deals with the evaluation of soil penetration resistance and its impact on the growth of vine. Penetrometer measurements took place in the wine-growing region of South Moravia, on two experimental sites in the cadastral Mikulov. Soil surface between rows of vines were maintained regular cultivation (cultivator, disc cultivator) to a depth of 30-70 mm in the form of a black fallow. On each of vineyards in carrying out working operations used a different type of energy resource - vineyard tractor NEW HOLLAND TN 75 V, a portal tool carrier PELLENC OPTIMUM. While driving on between line of vineyard with two machines move in completely different rail tracks, which significantly affects soil compaction, and its zone of responsibility.

The distribution of soil penetration resistance on soil maps show that in terms of the implementation of mechanized operations, it is preferable to use the portal carrier.

Key words: soil compaction, row spacing of vines, the portal carrier, penetrometry

Úvod

Přejezdy mechanizačních prostředků meziřadím vinice jsou jednou z hlavních příčin změn chemických a fyzikálních vlastností půdy (Dexter, 2004). Tento proces je označován jako pedokompakce a působí na půdní povrch ve vertikálním i horizontálním směru (Soane, 1995). Pedokompakce má za následek redukcí kořenového systému révy, infiltrace vody a s tím související schopnosti půdy zadržovat dešťové srážky, ale také snížení provzdušnění s přímými dopady na růst keřů (Ferrero *et al.*, 2005).

Půda ve vinicích je nejvíce znehodnocována početnými přejezdy mechanizačních prostředků, které jsou spojené zpravidla s pracovními úkony při zpracování půdy, ochraně rostlin a sklizni hroznů. Ve vysoce mechanizovaných vinařstvích, se počet přejezdů za rok může pohybovat až kolem 20-30 (Ferrero a kol., 2005). Vyjeté koleje jsou v rámci meziřádku obvykle tvořené ve vzdálenosti 1,2 – 1,8 m od sebe (Lisa *et al.*, 1993; Van Dijck, 2002). Tlak vyvíjený na půdu se mění v závislosti na velikosti traktoru, a sklonu svahu. Hmotnost běžně používaných traktorů se pohybuje v rozmezí od 2,3 do 3,5 t, při šířce od 1,4 – 1,8 m co má za následek, že utužení půdy do výrazné míry zasahuje i oblasti kořenů réвовého keře.

Nalezení vhodného způsobu řešení tohoto problému vyžaduje přesné informace o fyzikálním stavu půdy v rámci konkrétního stanoviště (Gallayová and Gallay, 2009). U fyzikálních

vlastností půd jsou jako reprezentativní ukazatelé změn orniční vrstvy označovány objemová hmotnost, pórovitost, vzdušná kapacita, z mechanických vlastností utuženost. Tyto hlavní fyzikální vlastnosti půdy velmi dobře odrážejí každý mechanický zásah do půdního systému. Při hodnocení půdního zhutnění je častou metodou penetrometrické měření utužení půdy, které umožňuje stanovit její vertikální zhutnění (Bengough, 2001). Z hodnot penetračního odporu půdy lze vytvořit 2D mapy využitelné jako podklad pro uplatnění principů lokálně cíleného obhospodařování, tzv. precizního zemědělství (Besson, 2004; Ferrero *et al.*, 2005). Cílem příspěvku je hodnocení penetračního odporu půdy a jeho vlivu na růst révového keře u vinic obhospodařovaných rozdílnými mechanizačními prostředky.

Materiál a metody

Pokusná stanoviště

Penetrometrická měření byla prováděna v dubnu 2015 na dvou bezprostředně sousedících vinicích v k.ú. Mikulov, obhospodařovaných společností Agropol Mikulov, s.r.o. Stáří obou vinic je 6 let. Z klimatologického hlediska patří lokalita do teplé oblasti T4, teplého okrsku, suchého s mírnou suchou zimou. Průměrná roční teplota 8–9°C, průměrný roční úhrn srážek je 500 mm. Průměrná relativní vlhkost vzduchu je 78%. Z pedologického hlediska se jedná o degradovanou černozem na spraši. Z hlediska půdní typologie se jedná o parendzinu modální (PRm) s karbonáty v celém profilu. Půdní povrch v meziřadí vinic je udržován pravidelnou kultivací v podobě černého úhoru. Na každé z vinic je při provádění pracovních operací využíván rozdílný typ energetického prostředku – vinohradnický kolový traktor NEW HOLLAND TN 75 V (Var. A), portálový nosič PELLENC OPTIMUM (Var. B). Při průjezdu meziřadím vinice se oba stroje pohybují ve zcela odlišných kolejových stopách, což významně ovlivňuje vlastnosti půdy i jejího utužení.

Základní charakteristika využívaných energetických prostředků

Traktor NEW HOLLAND TN 75 V má hmotnost 2.29 Mg. Tento traktor je vybaven na zadní nápravě pneumatikami 360/70 R 28 a na přední nápravě pneumatikami 280/70 R 16. Tlak v pneumatikách byl zjištěn měřením a činí 1.0 bar.

Univerzální portálový nosič PELLENC OPTIMUM má hmotnost 4.75 Mg. Stroj je vybaven na zadní nápravě pneumatikami 400/70 R 24 a na přední nápravě pneumatikami 340/80 R20. Tlak v pneumatikách byl zjištěn měřením a činí 1.5 bar.

Zařízení a způsob měření penetračního odporu půdy

Penetrační odpor půdy byl v jednotlivých vrstvách půdního horizontu měřený za pomoci penetrometru od firmy Eijkelkamp, typ P1.52. Zařízení se skládá z měřicího hrotu, tenzometrického snímače, optického senzoru pro měření hloubky, vyhodnocovací elektroniky s mikroprocesorem a baterie.

Samotné penetrometrické měření proběhlo napříč meziřadím vinice, při čem jednotlivé vpichy penetrometrem byly vykonány do hloubky 0 – 520 mm. Z naměřených hodnot byly následně pomocí metody prostorové interpolace vytvořeny spojitě půdní mapy zachycující prostor meziřadí ve vertikální rovině. Jednotlivá místa s rozdílným odporem půdy jsou v těchto mapách odlišeny pomocí barevné stupnice. Metoda prostorové interpolace byla aplikovaná za pomoci programu AutoCAD 2015.

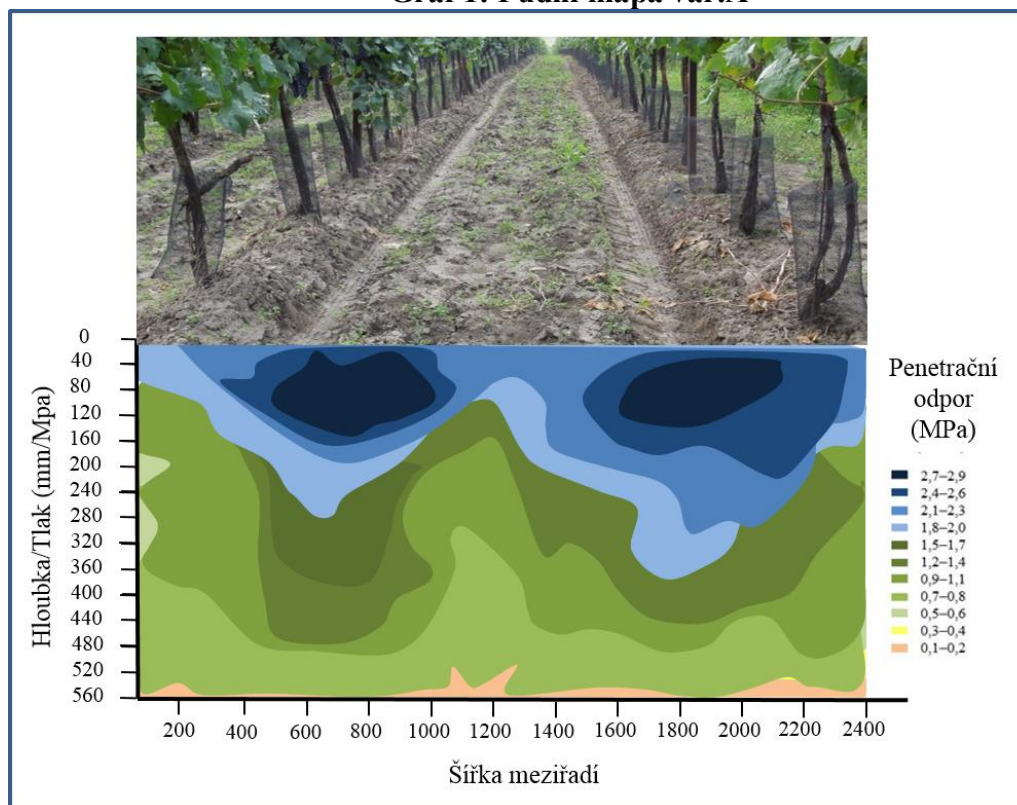
Výsledky a diskuze

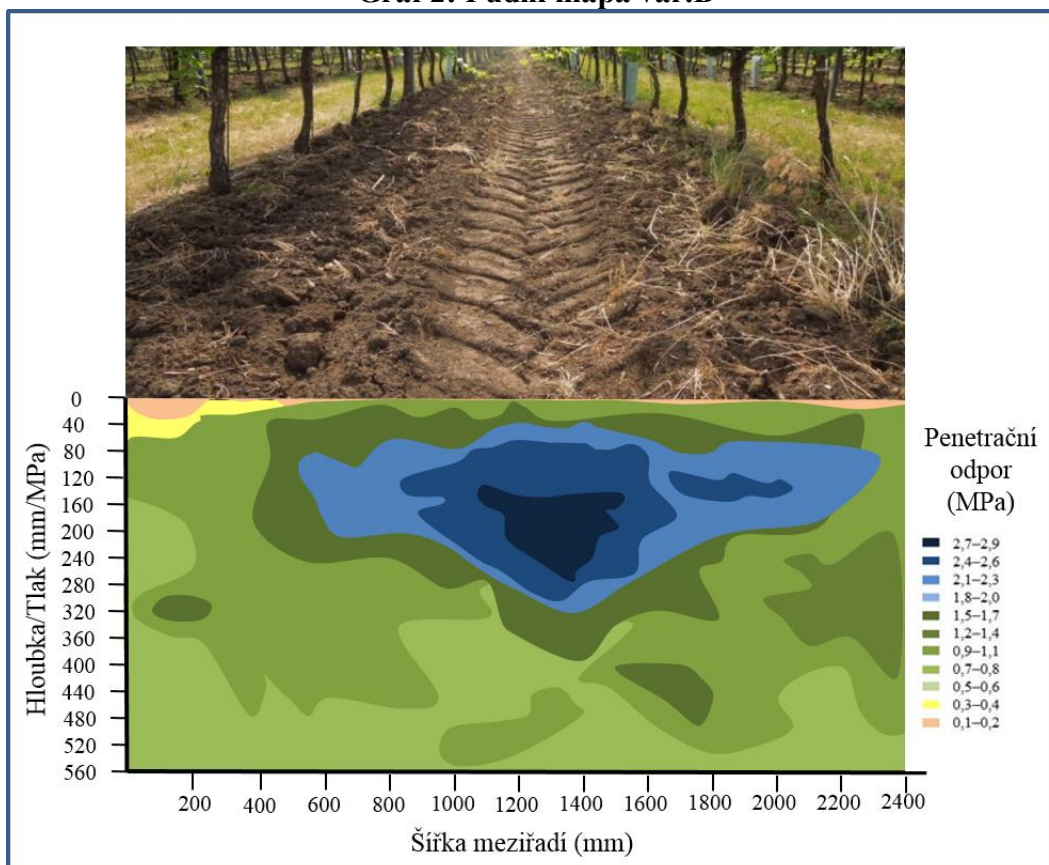
V následující části jsou uvedeny výsledné hodnoty naměřené v meziřadí vinice ošetřované pomocí Traktor NEW HOLLAND TN 75 V (Var. A) a pomocí portálového nosiče PELLENC OPTIMUM (Var. B).

Z půdních map zachycených v grafu 1 a 2 je vidět rozdíly v rozložení půdního zhutnění. Penetrační odpor půdy dosahoval v místě kolejových stop hodnot 2,7 – 2,9 MPa, což podle stupnice tříd, kterou uvádí (Arshad, 1992) odpovídá vysokým hodnotám. U var. A je dobře patrná tvorba dvojice ohnisek se zvýšenými hodnotami penetračního odporu půdy v oblasti kolejových stop, které jsou situovány podél ošetřovaných řádků. U var. B je tato oblast soustředěna ve středu meziřadí, což odpovídá způsobu pohybu portálového nosiče nad ošetřovaným řádkem. Z obou map je zřejmé, že v povrchových vrstvách půdy jsou díky pravidelné kultivaci hodnoty penetračního odporu pod kritickou hranicí.

Interpolační metodou se zabývala řada autorů např. (Richard *et al.*, 1999; Borůvka, 2001; Lukas *et al.*, 2011). Kromě interpolační metody závisí přesnost prostorových map půdních vlastností na faktorech, jako je hustota vzorkování a konfigurace směsných vzorků (Gotway *et al.*, 1996; Defossez *et al.*, 2003; Besson *et al.*, 2004).

Graf 1: Půdní mapa var.A



Graf 2: Půdní mapa var.B

Několik autorů (Ferrero et al, 2001; Van Dijck, 2002) poukazuje, že dlouhodobý provoz ve vinici, zásadně ovlivňuje jak vrchní tak i spodní vrstvu půdy. Účinky zhutnění tohoto nerovnoměrného zatížení můžou být rozšířené do stran, a to v závislosti na obsahu vody v půdě.

Chceme-li předejít kritickému zhutnění, musíte znát, na které pracovní operace je daný typ půdy nejnáchylnější a jejich počet v průběhu roku snížit (Johnson, 2002). Jak uvádí (Zemánek, Burg, 2010) patří k těmto operacím v současnosti zejména chemická ochrana a sklizeň.

Závěr

Experimentální měření byla prováděna ve vinicích v k.ú. Mikulov. Z pedologického hlediska představuje půda na stanovištích degradovanou černozem na spraši. Při ošetřování vinic jsou využívány rozdílné typy energetických prostředků. Jedná se o vinohradnický kolový traktor NEW HOLLAND TN 75 V (Var. A) a portálový nosič nářadí PELLENC OPTIMUM (Var. B). Hodnoceny byly mechanické vlastnosti půdního profilu v meziřadí za pomoci penetrometrie.

Výsledné hodnoty ukázaly, že penetrační odpor půdy dosahoval v místě kolejových stop na obou stanovištích hodnot 2,7 – 2,9 MPa, což podle stupnice tříd, kterou uvádí Arshad (1996) odpovídá vysokým hodnotám. Z rozložení penetračního odporu půdy na půdních mapách vyplývá, že z hlediska provádění mechanizovaných operací je výhodnější nasazení portálového nosiče, jelikož půdní utužení způsobené jeho přejezdem nezasahuje do takové míry kořenový systém révového keře. Za zcela nepřijatelnou pak lze považovat kombinaci obou typů energetických prostředků. V tomto případě dochází k nežádoucímu utužení půdy v celé šířce meziřadí vinice.

Snížit míru půdního zhutnění u klasického traktoru lze docílit slučováním pracovních operací, ovšem pouze za předpokladu důsledného dodržení všech agrotechnických opatření. Nelze však opomíjet skutečnost, že na jednu stranu dojde k snížení počtu průjezdů meziřadí vinic, ale na druhou stranu naroste celková hmotnost soupravy (přenos tlaku do větší hloubky). Poznatky o prostorovém rozložení půdního utužení v meziřadí můžete využít k řízení rozvoje, které minimalizují produkční rizika a nepříznivý dopad mechanizace.

Dedikace

Tento příspěvek vznikl za podpory projektu IGA-ZF/2015-DP003 s názvem „Hodnocení fyzikálního stavu půd na experimentálních pozemcích ZF MENDELU v Brně“.

Použitá literatura

- ARSHAD M.A., COEN G.M., 1992. Characterization of soil quality: physical and chemical criteria. *Am. J. Alternative Agric.*, 7. pp. 12–16.
- BENGOUGH, A.G., CAMPELL, D.J., O’SULLIVAN, M.F., 2001. Penetrometer techniques in relation to soil compaction and root growth. In: Smith, K.A., Mullins, C.E. (Eds.), *Soil and Environmental Analysis*. 2nd ed. Marcel Dekker, New York, pp. 377–403.
- BESSON, A., COUSIN, I., SAMOUELIAN, A., BOIZARD, H., RICHARD, G., 2004. Structural heterogeneity of the soil tilled layer as characterized by 2D surveying. *Soil and Tillage Research* 79 (2), 239–249.
- BORŮVKA, L., 2001. Variabilita půdních vlastností a jejich hodnocení. Habilitační práce, Katedra pedologie a geologie, Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha, 2001. 151.
- DEFOSSEZ, P., RICHARD, G., BOIZARD, H., O’SULLIVAN, M. F., 2003. Modeling change in soil compaction due to agricultural traffic as function of soil water content. *Geoderma*, 116 (1–2), 89–105.
- DEXTER, A. R., 2004. Soil physical quality. Part I: Theory, effects of soil texture, density and organic matter, and effects on root growth. *Geoderma*, 120. 201–214.
- FERRERO, A., LIPIEC, J., NOSALEWICZ, A., PARENA, S., 2001. Conventional tillage or permanent grass cover in hillside vineyards: effect on soil physical characteristics. In: *Proceedings of the International Conference on Physical Methods in Agriculture*, Prague, Czech Republic, 27–30 August, pp. 88–92.
- FERRERO, A., USOWICZ, B., LIPIEC, J., 2005. Effects of Tractor Traffic on Spatial Variability of Soil Strength and Water Content in Grass Covered and Cultivated Sloping Vineyard. *Soil and Tillage Research* 84 (2), 127–138.
- GALLAYOVÁ Z., GALLAY I., 2009. A soil compaction comparison by the different landuse in Očová Cooperative Agriculture. I. p. 5–10.
- GOTWAY, C. A., FERGUSON, R. B., HERGERT, G. W., PETERSON, T. A., 1996. Comparison of kriging and inverse-distance methods for mapping soil parameters. *Soil Science Society of America Journal*. 1996, vol. 60. no. 4, pp. 1237–1247. ISSN 03615995.
- JOHNSON, C. E., BAILEY, A. C., 2002. Soil compaction. *Advance in Soil Dynamics*. vol. 2. ASAE, St. Joseph, MI, pp. 155–178.
- LISA, L., CARGNELLO, G., PARENA, S., 1993. Techniques of growing vineyards in Piedmont: technical and economic aspects. In: *Proceedings of the VI GESCO Meeting*, 14–16 April, Reims, France, pp. 69–76.
- LUKAS, V., NEUDERT L., KŘEN J., 2011. Mapování variability půdy a porostů v precizním zemědělství. Mendelova univerzita v Brně, ISBN 978-80-7375-562-1.
- RICHARD G., BOIZARD HROGER-ESTRADE J., BOIF J., GUEÂRIF J., 1999. Field study of soil compaction due to trafic in northern France: pore space and morphological analysis of the compacted zones. *Soil & Tillage Research*, 51 (1999) 151–160.

- SOANEA, B. D., OUWERKERKB C., 1995. Implications of soil compaction in crop production for the quality of the environment. *Soil & Tillage Research*, 35 (1995) 5–22.
- VAN DIJCK, S. J. E., VAN ASCH, TH. W. J., 2002. Compaction of loamy soils due to tractor traffic in vineyards and orchards and its effect on infiltration in southern France. *Soil & Tillage Research*, 63, 141–153.
- ZEMÁNEK, P., BURG, P., 2010. Vinohradnická mechanizace. (Mechanization for vineyard, in Czech) 1.vyd. Olomouc, 220 s. ISBN 978-80-87091-14-2.

Kontaktní adresa:

Ing. Juraj Ferianc
MENDELU v Brně, Zahradnická fakulta, Lednice
Ústav zahradnické techniky
e-mail: xferianc@node.mendelu.cz

HODNOCENÍ PROCESU PELETIZACE MATOLIN

The evaluation of grape pomace pelletization process

Ludín D.1, Burg P.1, Klasová K.1

Mendelova univerzita v Brně, Zahradnická fakulta Lednice

Abstrakt

Práce se zbývala možností využít matolin na výrobu pelet k energetickým účelům. Pro účely pokusu bylo vytvořeno několik variant s různým procentuálním zastoupením matolin, réví a slámy. U pozorovaných variant byla naměřena výhřevnost, která se pohybovala od 17,36 – 19,21 MJ.kg⁻¹. V další části experimentu byla stanovena sypná hmotnost, jejíž hodnoty byly v rozmezí 619,27 - 630,9 MJ.kg⁻¹. U všech pokusných variant proběhl také test na mechanickou odolnost, který se pohyboval v rozmezí 96,15 – 96,82%. Získané výsledky ukazují, že s přihlédnutím k analyzovaným parametrům, se může jednat o zajímavou komoditu pro spalování.

Klíčová slova: pelety, matoliny, peletizace, výhřevnost, mechanická odolnost pelet

Abstract

Research dealt with the possibility of using grape pomace for the production of pellets for energy purposes. For the purpose of the experiment several variants with different percentage of the pomace, cuttings and straw were created. In the observed variations, measured calorific value ranged from 17.36 to 19.21 MJ.kg⁻¹. In the next part of the experiment was determined by bulk density, whose values range from 619.27 to 630.9 MJ.kg⁻¹. All experimental variants also underwent test of the mechanical resistance, which ranged from 96.15 to 96.82%. The results obtained show that with regard to the analyzed parameters, grape pomace may be an interesting commodity for combustion.

Keywords: pellets, grape pomace, pelletizing, calorific value, mechanical resistance of pellets

Úvod

Současný globální energetický systém je založen hlavně na využívání fosilních paliv. Rostoucí spotřeba energie, vysoká závislost na fosilních palivech a negativní dopady na životní prostředí vede Evropskou unií (EU) k přehodnocení své energetické politiky a strategií při současném přijetí řady opatření. Ta směřují k většímu využívání obnovitelných zdrojů energie, snižování emisí oxidu uhličitého, snižování závislosti na dovážených zdrojích energie, diverzifikaci zdrojů energie a zvýšená mezinárodní spolupráce (Johansson, 1993). Strategie EU vztahující se na obnovitelnou energii zahrnují primárně využívání biomasy, která by do roku 2020 měla představovat více než 50% z celkového množství obnovitelných zdrojů v zemích EU-27 (Demirbas, 2005).

McKendry (2002) uvádí, že biomasa z lesnictví a zemědělství nachází uplatnění jako alternativní zdroj energie zejména při vytápění domácností a při výrobě elektrické energie. V posledních letech je ve stále větším měřítku soustředěna pozornost na využití odpadní biomasy z vinohradnictví a vinařství, které představují v rámci EU významné produkční odvětví (Isabirye et al., 2013). K odpadním produktům, které jsou pravidelně každoročně produkovány ve velkém množství, patří réví po zimním řezu révy vinné a matoliny vznikající při zpracování hroznů (Scarlat et Banja, 2013).

Zajímavou alternativu ve využití těchto surovin v oblasti bioenergetiky vstupních surovin představuje jejich peletizace. Pro získání kvalitních pelet je nutné respektování vzájemného poměru a jejich vlhkosti, která nesmí být vyšší než 14% (Lestander et al., 2012). Stelte (2011) uvádějí, že suroviny musí být dostatečně zhomogenizovány a desintegrovány.

Pelety se lisují za vysokého tlaku na protlačovacích matricových lisech, nebo je lze vyrábět na linkách pro granulová krmiva (Qiufeng et al., 2015).

Energetická náročnost peletizace je závislá na technologii výroby a zvláště výkonnosti peletovací linky. Ze vstupní suroviny, ve které je naakumulovaná energie cca 3,6 kWh (1,6–1,8 kg), se vyrobí 1 kg pelet s výhřevností 4,8 kWh.kg⁻¹ (Cao et al., 2015).

Cílem práce je ověření možnosti využití matolin pro výrobu pelet k energetickým účelům a zhodnocení jejich vybraných mechanicko-fyzikálních vlastností.

Materiál a metodika

Chemická analýza elementárního složení matolin

Elementárního složení, obsah popela, obsah vlhkosti a obsah síry třapin v biomase byly zjištěny podle EN 15104: 2010, EN 14775:2009, EN 14774-1: EN 15289 standardy, pomocí TOC/TN analyzátoru multi N/C 2100S s pecí HT 1300 a plynového chromatografu Trace GC ultra.

Charakteristika peletizační linky

Pro výrobu pelet byla využita peletovací linka MGL 400, která je tvořena z dávkovacího šneku s uzavřenou násypkou, promíchávače hmoty, peletovacího lisu, třídičky pelet s chladičem, odsáváním a elektrickým rozvaděčem. Elektrický příkon linky MGL 400 je 19 kW, výkonnost při použití otvorů o průměru 6 mm v matrici se pohybuje mezi 80–280 kg.h⁻¹ v závislosti na charakteru zpracovávaného materiálu.

Stanovení spalného tepla a výhřevnosti

Jedním z nejdůležitějších parametrů biomasy je hodnota jejího spalného tepla a výhřevnosti. Stanovení spalného tepla se pro tuhá biopaliva provádí dle normy ČSN P CEN/TS 14918, DIN 51 900-3 a ČSN ISO 1928.

V hodnocených vzorcích pelet bylo provedeno stanovení sušiny podle normy ČSN EN 14346. Pro stanovení spalného tepla bude použit kalorimetr Anton Parr MCR 6400, pro přesné určení hmotnosti spalovaného vzorku analytické váhy Ohaus Adventurer Pro AV264C.

Získané hodnoty spalného tepla byly přepočteny na výhřevnost podle vztahu (1):

$$Q_i^r = Q_s^r - \gamma \cdot (W_t^r + 8,94 \cdot H_t^r), \quad (\text{MJ.kg}^{-1}) \quad (1)$$

kde:

Q_{rs} – spalné teplo původního vzorku (MJ.kg⁻¹)

γ – koeficient, který odpovídá ohřevu a vypaření 1% H₂O (MJ.kg⁻¹)
při teplotě 25 °C; $\gamma = 0,02442 \text{ MJ.kg}^{-1}$

8,94 – koeficient přepočtu hmotnosti vodíku na vodu (–)

W_{tr} – obsah veškeré vody v původním vzorku (%)

H_{tr} – obsah vodíku v původním vzorku (%)

Stanovení mechanické odolnosti pelet

Mechanickou odolností se měří odolnost slisovaných paliv vůči nárazům nebo oděru v důsledku manipulace a přepravy. Zkušební vzorek pelet se podrobí řízeným nárazům vzájemným narážením pelet na stěny komory v otáčejícím se definovaném zkušebním bubnu. Z hmotností vzorku zbývajících po oddělení odřených a jemně nadrcených částic se vypočítá mechanická odolnost.

Vzorek pro stanovení mechanické odolnosti se odebírají podle CEN/TS 14778 a rozdělí kvartací dle CEN/TS 14780 do 4 stejných podílů, minimální hmotnost vzorku může být 2,5 kg. Jeden podíl se použije pro stanovení celkové vody podle CEN/TS 14774, část 1 nebo 2. Dva zbývajících podíly se zváží a dále se ručním proséváním přes síto oddělí podsítne. Prosévání se provádí tak, aby byly odděleny jemné částice, ale aby se zabránilo vytvoření nových jemných částic. Obvykle se toho dosáhne protřepáváním 1 kg až 1,5 kg podílu vzorku

a asi pěti až deseti otáčkami síta o průměru 40 cm. Množství pelet na sítu se zváží a vypočítá se počáteční množství částic z podílu vzorku prošlých sítem 3,15 mm vyjádřené jako hmotnostní zlomek v %.

Mechanická odolnost pelet je vyjádřena následující rovnicí (2):

$$M_o = \frac{m_p}{m_k} \cdot 100 \quad (2)$$

kde:

M_o – mechanická odolnost (%)

m_p – hmotnost prosátých pelet před otáčením v bubnu (g)

m_k – hmotnost prosátých pelet po otáčení v bubnu (g)

Stanovení sypné hmotnosti

Sypná hmotnost se společně s výhřevností používá pro stanovení hustoty energie. V praxi nám umožňuje posoudit požadovanou skladovatelnost nebo nároky na prostor při transportu. Stanovení sypné hmotnosti se provádí dle ČSN P CEN/TS 15103. Jde o zjištění hmotnosti, kterou má biomasa po nasypání do normované nádoby a zvážení. Proto se při stanovení sypné hmotnosti se musí vzít v úvahu, zda se zkouška provádí pro pelety nebo brikety, které se od sebe liší rozměry. Podle toho je také nutno zajistit velikost nádoby i vhodné váhy. Sypná hmotnost se uvádí v $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$.

Výsledky a diskuze

Matoliny byly využity jako jedna ze vstupních surovin pro výrobu pelet společně se štěpkou z réví a senem. Experiment byl prováděn ve 3 variantách s různým zastoupením těchto surovin, jak uvádí Tabulka 1. Před plněním do zásobní násypky byly suroviny nejprve podrceny pomocí stacionárního drtiče SG – 3060, s výkonností až $220 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$. Peletizační linka dosahovala výkonnost 110–128 $\text{kg} \cdot \text{h}^{-1}$.

Tab. 1: Zastoupení jednotlivých surovin ve vybrané směsi

Varianta	Podíl matolin (%)	Podíl réví (%)	Podíl sena (%)
1	60	20	20
2	50	25	25
3	40	30	30

Reprezentativní vzorky pelet z jednotlivých pokusných variant byly odebírány a analyzovány pomocí kalorimetru Anton Parr MCR 6400. Stanovené hodnoty spalného tepla, pak byly využity pro výpočet výhřevnosti pelet, jak uvádí Tabulka 2.

Tab. 2: Hodnoty výhřevnosti pelet

Surovinové složení pelet	Výhřevnost ($\text{MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$)				
	1. opakování	2. opakování	3. opakování	Průměr	Směrodatná odchylka
Varianta 1	19,22	19,39	19,05	19,22	0,34
Varianta 2	18,06	18,05	18,98	18,37	0,10
Varianta 3	17,50	17,58	17,01	17,36	0,06

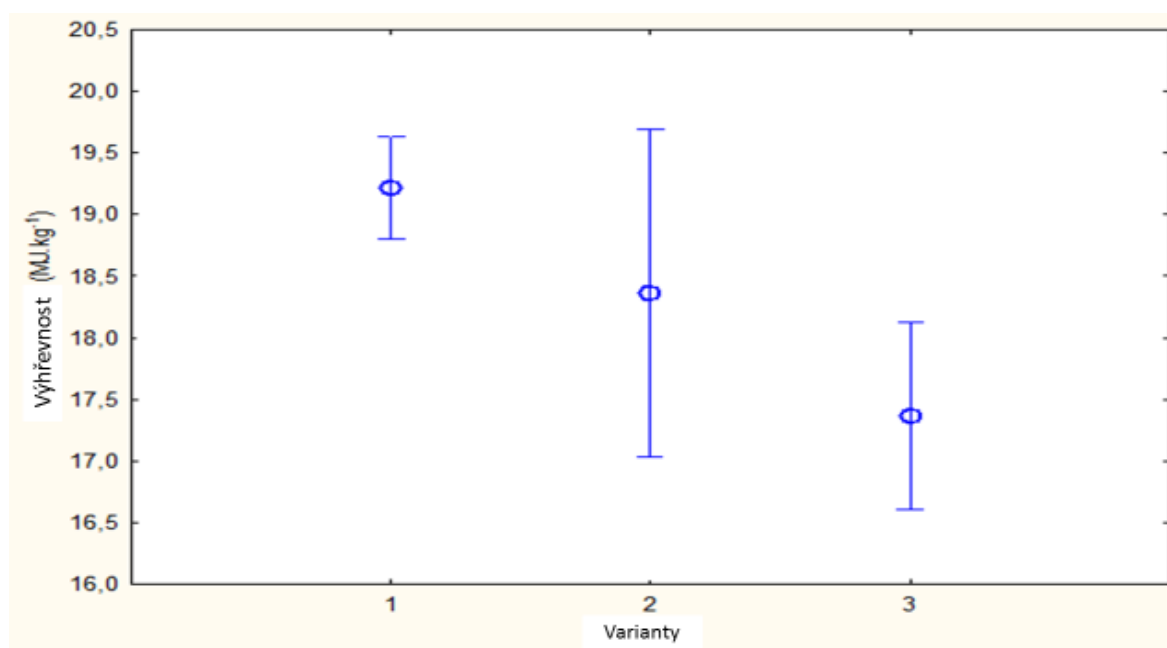
K vyhodnocení průkaznosti rozdílů mezi hodnocenými variantami pokusu byla použita analýza variance (hladina významnosti $\alpha = 0,05$). Jako metoda následného testování byl použit Tukeyův–HSD test na hladině významnosti $\alpha = 0,05$. Z výsledků statistického

vyhodnocení (Tabulka 3, Graf 1) vyplývá, statistická průkaznost vlivu matolin na výhřevnost pelet.

Tab. 3: Metoda následného testování – Tukey-HSD

Číslo	Tukeyův HSD test; Proměnná 2 (Tabulka1) Chyba: meziskup. PČ = ,13558, sv = 6,0000			
	Proměnná 1	Varianta 1 19,218	Varianta 2 18,365	Varianta 3 17,362
1	1		0,066718	0,002187**
2	2	0,066718		0,036233*
3	3	0,002187**	0,036233*	

Poznámka: * označuje významně odlišné páry; ** označuje velmi významně odlišné páry



Graf. 1: Grafické průměrných hodnot výhřevnosti pelet

Z výsledků vyplývá, že pelety složené z 60% matolin, 20% réví a 20% sena mají průměrnou hodnotu výhřevnosti 19,22 MJ.kg⁻¹. Druhou nejvyšší výhřevnost mají pelety složené z 50% matolin, 25% réví a 25% sena, které dosáhly průměrné hodnoty 18,37 MJ.kg⁻¹. Nejnižší výhřevnost (17,36 MJ.kg⁻¹) mají pelety složené z 40% matolin, 30 % réví a 30% sena.

Např. Prozil et al. (2012) prováděli stanovení výhřevnosti pelet z třapin hroznů. Z výsledku jejich měření vyplývá, že tyto pelety mají výhřevnost 16,7 MJ.kg⁻¹, což je hodnota nižší, než která byla získána u měkkého dřeva - 18,2 MJ.kg⁻¹. Van Loo et Koppejan (2003) hodnotili výhřevnost pelet v závislosti na použité odpadní surovině. Výhřevnost stanovili u pelet z rašeliny na úrovni 20,3 MJ.kg⁻¹, z pšeničné slámy 17,23 MJ.kg⁻¹ a smrku 18,69 MJ.kg⁻¹.

Pelety vyrobené se zastoupením matolin byly rovněž testovány na mechanickou odolnost. Tento test je jedním z nejvýznamnějších parametrů. Veškerá měření byla prováděna v laboratoři VÚZT Praha. Při manipulaci s peletami může docházet ke vzniku úlomků a ke tvorbě prachových částic, které mohou vést k neustálenému průběhu hoření. Vlivem vzniku prachových částic se zvyšuje riziko výbuchu. Pelety byly podle dané metodiky navázeny, prosety a vloženy do testovacího bubnu, kde došlo k mechanickému oděru. Testovány byly tři vzorky od každé varianty vytvořených pelet, výsledky vzorků byly

spočteny a byl stanoven aritmetický průměr. Výsledky byly dosazeny do vzorce (2) na výpočet mechanické odolnosti a byly vypočítány hodnoty pro mechanickou odolnost jednotlivých druhů pelet podle rakouské a české normy (Tabulka 4).

Tab. 4: Hodnoty mechanické odolnosti pelet

Pelety podle použité směsi	Mechanická odolnost (%) podle	
	Rakouská norma	ČSN EN 15210-2
Varianta 1	98,30	96,82
Varianta 2	98,15	96,69
Varianta 3	97,68	96,15

Otěr pelet by neměl přesáhnout 2,3 % hmotnosti pro DIN 51731, DIN Plus a ÖNORM M7135 a mechanická odolnost stanovená dle ČSN P CEN/TS 15210 by neměla být menší než 90 procent. Podle normy ČSN EN 14961-2 Tuhá biopaliva – specifikace a třídy paliv – část 2: dřevní pelety pro maloodběratele je přípustná mechanická odolnost na úrovni 96,5%. Z výsledků vyplývá, že této podmínce vyhovují právě pelety vyrobené z matolin. Benetto et al. (2015) uvádějí, že matoliny jsou zodpovědné za lepší soudržnost pelet, a také se zabráňují rozpadu materiálu v procesu lisování díky obsahu buničiny ve slupkách. Miranda et al. (2012) uvádějí, že se zvyšujícím se podílem matolin v peletách klesá podíl popelu. Na druhé straně, pelety s vyšším zastoupením matolin vykazují vyšší hodnoty fixního uhlíku (Balaman et Selim 2015).

Larsson et Rudolfsson (2012) uvádějí, že významným parametrem pelet z hlediska jejich nároků na skladovací kapacity je sypná hmotnost, která se běžně pohybuje v rozmezí 550–750 kg.m⁻³. Výsledky hodnocení sypné hmotnosti u hodnocených pelet uvádí Tabulka 5.

Tab. 5: Hodnoty sypné objemové hmotnosti

Surovinové složení pelet	Sypná hmotnost (kg.m ⁻³)				
	1. opakování	2. opakování	3. opakování	Průměr	Směrodatná odchylka
Varianta 1	615,3	635,5	646,7	630,9	15,9
Varianta 2	615,7	621,7	620,4	619,27	3,16
Varianta 3	620,1	625,4	618,6	621,37	3,57



Obr. 1: Pelety složené z matolin, réví a sena

Závěr

Výroba pelet zahrnuje několik ekologicky a ekonomicky pozitivních aspektů. Kromě zjevné ekonomicky kladné bilance umožňuje peletování účelně využít odpady z vinařství. Cílem práce bylo ověření možnosti využití matolin pro výrobu pelet k energetickým účelům a zhodnocení jejich vybraných mechanicko-fyzikálních vlastností. V práci byla provedena analýza pelet skládající ze směsi matolin, štěpky z réví a sena. Ze získaných výsledků vyplývá, že nejvyšší výhřevnost ($19,22 \text{ MJ.kg}^{-1}$) vykazují pelety složené z 60% matolin, 20% réví a 20% sena. Výsledky potvrdily hypotézu, že výhřevnost pelet je závislá na jejich kvalitě a složení. Výhřevnost společně s dalšími hodnocenými parametry vykazují dobré charakteristiky pro jejich použití při spalovacích procesech. Získané výsledky ukazují, že s přihlédnutím k analyzovaným parametrům, se může jednat o zajímavou komoditu pro spalování.

Literatura

- BALAMAN, Ş. Y., & SELIM, H., 2015. Biomass to Energy Supply Chain Network Design: An Overview of Models, Solution Approaches and Applications. In Handbook of Bioenergy (pp. 1-35). Springer International Publishing.
- BENETTO, E., JURY, C., KNEIP, G., VÁZQUEZ-ROWE, I., HUCK, V., & MINETTE, F., 2015. Life cycle assessment of heat production from grape marc pellets. Journal of Cleaner Production, 87, 149-158.
- CAO, L., YUAN, X., LI, H., LI, C., XIAO, Z., JIANG, L., ZENG, G., 2015. Complementary effects of torrefaction and co-pelletization: Energy consumption and characteristics of pellets. Bioresource technology, 185, 254-262.
- ČSN EN 14346. 2007. Charakterizace odpadů - Výpočet sušiny a obsahu vody
- ČSN ISO 1928. 1999. Tuhá paliva – stanovení spalného tepla kalorimetrickou metodou v tlakové nádobě a výpočet výhřevnosti
- DEMIRBAS, A., 2005. Potential applications of renewable energy sources, biomass combustion problems in boiler power systems and combustion related environmental issues. Progress in energy and combustion science, 31(2), 171-192.

- ISABIRYE, M., RAJU, D. V. N., KITUTU, M., YEMELINE, V., DECKERS, J., & POESEN, J., 2013. Sugarcane Biomass Production and Renewable Energy.
- JOHANSSON, T. B., 1993. Renewable energy: sources for fuels and electricity. Island press.
- LESTANDER, T. A., FINELL, M., SAMUELSSON, R., ARSHADI, M., & THYREL, M., 2012. Industrial scale biofuel pellet production from blends of unbarked softwood and hardwood stems—the effects of raw material composition and moisture content on pellet quality. *Fuel Processing Technology*, 95, 73-77.
- LARSSON, S. H., & RUDOLFSSON, M., 2012. Temperature control in energy grass pellet production—Effects on process stability and pellet quality. *Applied Energy*, 97, 24-29.
- McKENDRY, P., 2002. Energy production from biomass (part 1): overview of biomass. *Bioresource technology*, 83(1), 37-46.
- MIRANDA, T., ROMÁN, S., MONTERO, I., NOGALES-DELGADO, S., ARRANZ, J. I., ROJAS, C. V., & GONZÁLEZ, J. F., 2012. Study of the emissions and kinetic parameters during combustion of grape pomace: Dilution as an effective way to reduce pollution. *Fuel Processing Technology*, 103, 160-165.
- PROZIL S.O., EVTUGUIN D.V., AND LOPES L.P.C. 2012. Chemical composition of grape stalks of *Vitis vinifera* L. from red grape pomaces. *Industrial Crops and Products*, 2012, 35(1): p. 178-184.
- QIUFENG, L., XIN, D., CONG, W., LIJUAN, W., YULIN, W., WEIJIE, F., & GUOHUA, L., 2015. Effect of compound enzyme and granulated feed on growth performance, nutrient metabolism and blood index of broilers. *Feed Industry*, 6, 005.
- SCARLAT, N., & BANJA, M., 2013. Possible impact of 2020 bioenergy targets on European Union land use. A scenario-based assessment from national renewable energy action plans proposals. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 18, 595-606.
- STELTE, W., HOLM, J. K., SANADI, A. R., BARSBERG, S., AHRENFELDT, J., & HENRIKSEN, U. B., 2011. A study of bonding and failure mechanisms in fuel pellets from different biomass resources. *Biomass and Bioenergy*, 35(2), 910-918.
- VAN LOO, S.; KOPPEJAN, J., 2003. Handbook of Biomass Combustion and. Co-Firing; Twente . automatic wood furnace. 1512 *Energy & Fuels*, Vol. 17, No. 6, 2003

Kontaktní adresa:

Ing. David Ludín
Zahradnická fakulta, Mendelova univerzita v Brně
Valtická 337, 691 44 Lednice, Česká republika
david.ludin@seznam.cz

PĚSTOVÁNÍ KOSTŘAVY RÁKOSOVITÉ (*FESTUCA ARUNDINACEA* SCHREB.) URČENÉ PRO ENERGETICKÉ VYUŽITÍ

Growing of tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.) determined for energy utilization

Strašil Z.

Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Praha

Abstrakt

Polní pokusy s kostřavou rákosovitou probíhaly v letech 2005-2014 na dvou odlišných stanovištích. V pokusech byly hodnoceny čtyři úrovně hnojení dusíkem (0, 40, 80, 120 kg.ha⁻¹.rok⁻¹) a tři termíny sklizně (v létě, na podzim a na jaře příštího roku). Byl sledován vliv stanoviště, termínu sklizně a hnojení dusíkem na produkci biomasy. Při jednorázové sklizni na podzim bylo dosaženo v Praze-Ruzyni průměrného výnosu sušiny 6,72 t.ha⁻¹, v Lukavci 7,56 t.ha⁻¹. I přes ztrátu fytomasy v průměru 24 % oproti podzimnímu termínu sklizně lze doporučit z ekonomických a dalších důvodů jarní termín sklizně. Výnosy kostřavy průkazně ovlivňovalo každoroční přihnojení dusíkem. V celkovém průměru byly výnosy sušiny fytomasy při nízké dávce N40 o 32,4 %, při hnojení N80 o 69,5 % a při hnojení N120 o 87,4 % vyšší v porovnání s nehnojenou variantou N0.

Klíčová slova: kostřava rákosovitá, výnosy, termíny sklizně, hnojení N.

Abstract

In the period 2001-2011 the field experiments with tall fescue were performed at two different sites with four levels of nitrogen fertilization (0, 40, 80, 120 kg.ha⁻¹.year⁻¹) and three terms of harvest (summer, autumn and spring next year). The effect of site conditions, nitrogen fertilization and terms of harvest on yields was determined. The average yield of dry matter of tall fescue in the monitored period was 6.72 t.ha⁻¹ at Ruzyně and 7.56 t.ha⁻¹ at Lukavec. Despite the loss of phytomass (on average of 24 % compared to the autumn harvest dates) spring term of harvest can be recommended for economic and other reasons. The annual nitrogen fertilization significantly influenced yields of tall fescue. The average yields of dry matter were higher compared to the unfertilized variant by 32.4 %, 69.5 and 87.4 % at low, medium and high level of N fertilization respectively.

Keywords: tall fescue, yields, terms of harvest, N fertilization

Úvod

Jednou z alternativních plodin, o jejímž rozšířeném pěstování pro energetické nebo průmyslové využití se uvažuje, je kostřava rákosovitá (*Festuca arundinacea* Schreb.). Z energetického hlediska lze kostřavu využívat pro přímé spalování nebo na kogeneraci (výrobu elektřiny a tepla) – (Frydrych a kol. 2001; Kára a kol. 2004; Strašil 2002; Strašil, Weger 2010) nebo případně pro výrobu bioplynu (Geber 2002).

Kostřava rákosovitá je vysoká, hustě trsnatá tráva s krátkými podzemními výběžky. Kořenový systém rostlin je bohatý, silně rozvinutý, sahající až do hloubky 150 cm, s dobrou sorpcí živin a vláhy. Kostřava rákosovitá vyniká časným jarním a pozdním podzimním růstem. Je to vytrvalá rostlina dorůstající do výšky až 2 metry (Veselá a kol., 2007). Vyskytuje se od nížin až do podhůří. Vyznačuje se vysokou tolerancí k půdním a klimatickým podmínkám, snáší dobře sucho i krátkodobé zamokření. Daří se jí dobře na stanovištích s vyšší hladinou podzemní vody. Kostřava je naší domácí rostlinou. V našich přirozených porostech není příliš rozšířena, vyhovují jí zejména vlhké louky a je jedním z druhů vyskytujících se na slaných půdách s vyšší hodnotou pH. V našich podmínkách se výnosy sušiny fytomasy pohybují od 5 do 13 t.ha⁻¹.

Cílem polního pokusu založeného na dvou odlišných stanovištích bylo sledovat vliv půdně-klimatických podmínek, hnojení N a termínu sklizně na výnosy nadzemní fytomasy kostřavy určené pro energetické využití (spalování).

Materiál a metody

Pro ověření cíle byly v roce 2004 založeny maloparcelkové polní pokusy s kostřavou rákosovitou. Sledování probíhalo v letech 2005-2014 na dvou různých stanovištích (Ruzyně, Lukavec) na parcelkách o velikosti 5 x 2,5 m², tj. 12,5 m². V Lukavci byl původní porost zrušen a znovu založen na jiném místě na jaře v roce 2009. Stanovištní podmínky: Praha-Ruzyně (Lukavec) nadmořská výška 350 (620) m, půdní typ hnědozem (kambizem), průměrná roční teplota vzduchu 8,2 (6,9) °C, průměrný roční úhrn srážek 477 (657) mm.

Do pokusů byla vybrána odrůda „Kora“. Kostřava byla založena brzy na jaře jako monokultura. Výsevek představoval 25 kg.ha⁻¹ semene.

Před založením pokusů bylo na podzim aplikováno minerální hnojení P, K v dávce 60 kg.ha⁻¹ P₂O₅ v superfosfátu a 60 kg.ha⁻¹ v draselné soli. V následujících letech hnojení P, K nebylo použito. V pokusech byly aplikovány čtyři úrovně dusíkatého hnojení (N0 – bez hnojení N, N1 - 40 kg.ha⁻¹ N, N2 - 80 kg.ha⁻¹, N3 – 120 kg.ha⁻¹ N). Dusíkem bylo hnojeno od druhého roku každoročně na jaře (koncem března) po jarní sklizni kostřavy. U dávky N2 a N3 bylo hnojení N rozděleno na poloviny. První dávka dusíku byla aplikována koncem března a druhá začátkem května. Na jaře byl použit síran amonný a během vegetace ledek amonný s vápencem.

V prvním roce založení porostů byla proti plevelům na stanovišti v Ruzyni aplikována jedna, v Lukavci dvě odplevelující seče. Herbicidy nebyly během sledování použity.

Sklizeň kostřavy probíhala jednorázově ve třech termínech sklizně – v létě (červen-kvetení), na podzim (říjen) a na jaře (březen) následujícího roku. Během vegetace byly sledovány následující ukazatele: průběh počasí v jednotlivých letech na daných stanovištích, stupeň napadení porostů škůdci a chorobami. Dále se sledoval vliv použitých dávek N, rozdílných půdně-klimatických podmínek a termínu sklizně na výnosy sklizené fytomasy. Výsledky z polních pokusů byly statisticky zpracovány metodou analýzy rozptylu (průměrné čtverce).

Výsledky a diskuse

Sledování během vegetace

Za sledované období nebyl zaznamenán u kostřavy rákosovité na žádném stanovišti větší výskyt chorob nebo škůdců. Pouze na stanovišti v Ruzyni byl v některých sušších letech zaznamenán slabší výskyt rzi travní (*Puccinia graminis* L.) V prvním roce založení porostů byla proti plevelům na všech stanovištích kromě Ruzyně aplikována jedna, na Lukavci dvě odplevelující seče, které stačily k udržení porostů v následujících několika letech téměř bez plevelů.

Vliv různých termínů sklizně na výnosy

Kostřavu lze sklízet v různých termínech podle směru využití. Proto byl porovnáván také vliv termínu sklizně na výnosy. Obecně největší nárůst fytomasy je u většiny plodin včetně kostřavy v době kvetení nebo těsně po odkvětu. Potom dochází k postupné ztrátě fytomasy. Rozdíly ve výnosech fytomasy a vlhkosti u kostřavy v různých termínech sklizně při každoročním přihojení N 120 kg.ha⁻¹ uvádí tabulka 1. V prvním termínu sklizně (v době kolem metáním) kolísala vlhkost ve fytomase v jednotlivých letech mezi 62 - 79 % (v průměru 70,6 %) - tab. 1. Takto vlhká fytomasa se dá přímo využít na výrobu bioplynu. Pokud by se měla používat pro účely spalování přímo v kotlích nebo na výrobu pelet nebo briket je třeba ji dosušet, za příznivého počasí přímo na poli nebo uměle v sušárnách. V těchto případech je třeba počítat s vícenáslednými operacemi, které nejsou hlavně v případě dosoušení temperovaným vzduchem nízké. Při podzimním termínu byl u kostřavy obsah vody většinou i nadále relativně vysoký a dosahoval hodnot od 34 do 54 %. První mrazy porost vysuší, takže jej lze pak sklízet a přímo spalovat. Průměrná vlhkost pod 20 %

zjištěná při jarním termínu sklizně (tab. 1) je vhodná přímo k lisování do briket nebo pelet, ke skladování nebo okamžitému spalování.

Přes zimní období dochází ke ztrátám fytomasy. U kostřavy došlo v průměru ke ztrátám fytomasy přes zimní období v Ruzyni 27,7 % v Lukavci 21,0 % a v průměru za obě stanoviště 24,4 % (tab. 1).

Tab. 1. Výnosy čerstvé hmoty ($\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$), sušiny fytomasy ($\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$) a sušina při sklizni (%) kostřavy rákosovité na stanovištích v Ruzyni a Lukavci v různých termínech sklizně při každoroční dávce N 120 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ (průměr let 2009 až 2014).

Stanoviště	1. termín*			2. termín**			3. termín***		
	Výnos		Sušina při sklizni	Výnos		Sušina při sklizni	Výnos		Sušina při sklizni
	č.h.	Sušina		č.h.	Sušina		č.h.	Sušina	
Ruzyně	18,47	5,56	30,1	18,94	9,13	48,2	8,01	6,60	82,4
Lukavec	18,82	5,40	28,7	18,63	9,22	49,5	9,36	7,28	78,8
Průměr	18,64	5,48	29,4	18,77	9,18	48,9	8,66	6,94	80,1

Poznámky: * sklizeň v době metání (začátek června)

** sklizeň na podzim (konec října)

*** sklizeň brzy na jaře (polovina března následujícího roku)

Vliv hnojení N na výnosy a stav porostu

Výnosové výsledky potvrdily vysokou toleranci kostřavy rákosovité k půdním a klimatickým podmínkám. Porovnáme-li obě stanoviště, potom v průměru za sledované období 10 let bylo dosaženo při jednorázovém podzimním termínu sklizně bez ohledu na sledované ukazatele neprůkazných rozdílů ve výnose sušiny fytomasy (tab. 3). V Ruzyni bylo dosaženo v daném termínu sklizně průměrného výnosu sušiny 6,72 $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$, v Lukavci 7,56 $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (tab. 2).

V našich podmínkách se výnosy sušiny fytomasy pohybují od 5 do 13 $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$. Fiala a Tichý (1994) uvádějí průměrný výnos monokultury kostřavy rákosovité při třech sečích 8,42 $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$. Frydrych a kol. (2001) udává průměrný hektarový výnos sušiny kostřavy rákosovité ve vhodných podmínkách ČR v prvním užitkovém roce při sklizni v plné zralosti 5,29 $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$, ve druhém užitkovém roce 10,11 $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$. Wellie-Stephan (1998) uvádí pro podmínky SRN výnosy sušiny fytomasy v rozmezí 11,4 až 13,1 $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$. Na chudších lokalitách v Litvě uvádí Kryzeviciene (2005) výnosy sušiny fytomasy trav určených pro energetické využití při jedné sklizni za rok od 6,4 do 9,2 $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Výnosy kostřavy kladně a průkazně ovlivňovalo každoroční přihnojení N (tab. 3). Výnosy fytomasy rostly na obou stanovištích se zvyšujícími se dávkami N. Např. u kostřavy při jednorázové sklizni na podzim každoroční dávky N3 (120 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) zvyšovaly v průměru výnos fytomasy přepočtený na sušinu v Ruzyni o 4,72 $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (108,5 %) v Lukavci o 3,76 $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (70,4 %) oproti nehnojené variantě. V celkovém průměru byly výnosy sušiny fytomasy při hnojení N1 (40 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) o 32,4 %, při hnojení N2 (80 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) o 69,5 % a při hnojení N3 o 87,4 % vyšší v porovnání s nehnojenou variantou (tab. 2). V průměru byl na podzim u varianty N3 zjištěn výnos sušiny 9,09 $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$. Nejvyššího výnosu sušiny za sledované období 12,55 $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ bylo dosaženo v Ruzyni v roce 2011 při dávce dusíku N3 (tab. 2).

Příznivý vliv hnojení N na výnosy kostřavy rákosovité potvrzují také Candogan a kol. (2014) a Kašper a Gáborčík (1989), kteří uvádějí, že v horské oblasti východního Slovenska dávky dusíku 120, 240 a 360 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ zvyšovaly výnosy 2,02, resp. 2,47, resp. 2,79 krát. Kostřavu rákosovitou 'Kora' pěstovanou v čisté kultuře doporučuje k využití pro energetické účely Houdek (2010).

Tab. 2. Vliv hnojení N na výnosy fytomasy kostřavy rákosovité přepočtené na sušinu ($t \cdot ha^{-1}$) sklizené jednou sečí na podzim na stanovištích v Ruzyni (RU) a Lukavci (LU).

Hnojení N:	N0		N1		N2		N3		Průměr	
Rok/stanoviště	RU	LU	RU	LU	RU	LU	RU	LU	RU	LU
2005	6,44	6,78	6,64	7,41	9,85	8,29	9,77	7,49	8,18	7,49
2006	5,93	6,43	11,13	5,39	12,58	10,13	12,20	10,73	10,46	8,17
2007	3,20	6,26	6,41	6,40	8,02	6,9	7,58	8,98	6,30	7,13
2008	2,69	5,02	4,11	7,36	4,80	7,51	6,37	8,50	4,49	7,10
2009	3,46	3,11	4,51	5,81	5,09	5,86	7,79	6,27	5,21	5,26
2010	6,50	7,15	6,28	12,14	9,32	9,22	12,24	9,22	8,59	9,43
2011	5,22	4,37	6,22	8,06	11,23	10,01	12,55	9,98	8,81	8,11
2012	3,84	3,38	3,75	6,19	3,82	8,66	5,02	7,99	4,11	6,56
2013	3,33	4,33	3,23	5,65	6,60	9,53	8,68	9,76	5,46	7,32
2014	2,89	6,59	4,11	7,51	7,05	9,93	8,52	12,10	5,64	9,03
Průměr let	4,35	5,34	5,64	7,19	7,83	8,60	9,07	9,10	6,72	7,56
Průměr N	4,85		6,42		8,22		9,09		7,15	
Průměr N (%)	100		132,4		169,5		187,4		147,4	

Tab. 3. Statistické zhodnocení (analýza rozptylu) vlivu sledovaných faktorů na výnosy kostřavy rákosovité sklizené na podzim na stanovištích v Ruzyni a Lukavci za období 2005-2014.

Zdroj variability	Součet čtverců	St. vol.	Průměrný čtverec	Stat F	Pravd.
stanoviště	3,893	1	3,893	2,617	0,1174
rok	131,894	9	14,655	9,850	0,0000
hnojení N	225,857	3	75,286	50,601	0,0000
stanoviště x rok	88,076	9	9,786	6,577	0,0001
stanoviště x hnojení N	4,357	3	1,452	0,976	0,4185
rok x hnojení N	32,953	27	1,220	0,820	0,6948
chyba	40,172	27	1,488		

Hnojení dusíkem mělo příznivý vliv nejen na výnosy ale také životnost a kvalitu porostu. Např. na stanovišti v Ruzyni při každoročních inventarizacích porostu kostřavy rákosovité bylo zjištěno, že na parcelkách nehnojených dusíkem docházelo od čtvrtého roku po založení k viditelnému řidnutí porostu, které se v následujících letech ještě zvyrazňovalo. Od čtvrtého roku po založení porostu bylo zjištěno nepatrné řidnutí porostu také na hnojených parcelkách N. Uvolněná místa v porostu jsou obsazována různými druhy plevelů. Tyto plevele potom tvoří část sklizené fytomasy. Tento stav se podepisuje také na uváděných rozdílech ve výnosech na jednotlivých variantách v Praze-Ruzyni zvláště v posledních letech. Stav zapojení porostu kostřavy v Praze-Ruzyni ke dni 7.6.2013 je uveden v tab. 4. V tomto termínu bylo v průměru zapojení porostu na variantě bez hnojení dusíkem N0 pouze 37,5 %, kdežto na variantě N3 95,5 %. Stav porostu kostřavy v Ruzyni během sledování při různých stupních hnojení N naznačují také obrázky 1, 2 a 3.

Tab. 4. Zapojení porostu kostřavy (%) po 10-ti letech od založení porostu.

Hnojení N				Opakování
N0	N1	N2	N3	
35	50	95	95	A
40	65	94	96	B
37,5	57,5	94,5	95,5	Průměr

Obr. 1. Stav porostu kostřavy na nehnojené (vpředu) a hnojené 120 kg.ha⁻¹ N variantě na jaře 2014.

Obr. 2. Stav porostu kostřavy na jaře 7. roku po založení porostu na parcelkách bez hnojení N.

Obr. 3. Stav porostu kostřavy na jaře 7. roku s každoročním přihnojením N 120 kg.ha⁻¹.

Závěry

Při jednorázové sklizni na podzim bylo dosaženo v Praze-Ruzyni průměrného výnosu sušiny 6,72 t.ha⁻¹, v Lukavci 7,56 t.ha⁻¹. Podobné výnosové výsledky na sledovaných stanovištích potvrdily vysokou toleranci kostřavy rákosovité k půdním a klimatickým podmínkám.

Výnosy kostřavy průkazně ovlivňovalo každoroční přihnojení N. V celkovém průměru byly výnosy sušiny fytomasy při hnojení N1 (40 kg.ha⁻¹) o 32,4 %, při hnojení N2 (80 kg.ha⁻¹) o 69,5 % a při hnojení N3 (120 kg.ha⁻¹) o 87,4 % vyšší v porovnání s nehnojenou variantou.

Na nehnojených parcelkách docházelo od čtvrtého roku po založení k viditelnému řidnutí porostu, které se v následujících letech ještě zvyrazňovalo. V Praze-Ruzyni bylo v průměru zjištěno v desátém roce po založení porostu na nehnojených parcelách N pouze 38 % zapojení porostu, kdežto na parcelách každoročně hnojených 120 kg.ha⁻¹ N bylo zjištěno 95 % zapojení porostu.

I přes ztráty fytomasy v průměru 24 % oproti podzimnímu termínu sklizně lze doporučit z ekonomických důvodů a lepší kvality fytomasy sklizené pro spalování jarní termín sklizně.

Dedikace

Tento příspěvek byl realizován za finanční podpory MZe ČR - RO 0415.

Použitá literatura

- Candogan, B.N., Bilgili, U., Yazgan, S., Acikgoz, E. (2014): Growth and quality responses of tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.) to different irrigation levels and nitrogen rates Turkish Journal of field crops, vol. 19, issue 1, pp. 142-152.
- Fiala, J., Tichý, V. (1994): Produkční schopnost a vytrvalost pícních odrůd trav v monokulturách. (Production ability and persistence of herbage varieties of grasses in monocultures). Rostl. Výr., vol. 40, no. 11, s. 1005-1014.
- Frydrych, J., Cagaš, B., Machač, J. (2001): Energetické využití některých travních druhů. (Energetic use of some grass species). Zemědělské informace ÚZPI, 23/2001, 34 s.
- Geber, U. (2002): Cutting frequency and stubble height of reed canary grass (*Phalaris arundinacea* L.): influence of quality and quantity of biomass for biogas production. Grass and Forage Science, vol. 57, no. 4, s. 389-394.
- Houdek, I. (2010): Perspektivní druhy a odrůdy trav a jetelovin z ŠS Hladké Životice, s.r.o. In: Kohoutek, A., (ed.). (2010): Kvalita píce z travních porostů a chov skotu v měnících se ekonomických podmínkách, Kunín 14. října 2010, s. 61 - 67.
- Kára, J., Stražil, Z., Hutla, P., Andert, D., Jevič, P., Šedivá, Z., Adamovský, R., Polák, M. (2004): Technologické systémy pro využití biopaliv z energetických plodin. (Technology systems for the use of biofuels from energy crops). Závěrečná zpráva VÚZT Praha, projektu QD 1209, 121 s.
- Kašper, J., Gáborčík, N. (1989): Tvorba biomasy kostravy trst'ovitej (*Festuca arundinacea* Schreb.) v závislosti od rôznej výživy dusíkom. (Biomass production in tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.) at different nitrogen fertilization rates). Rostl. Výr., vol. 35, no. 6. s. 665-672.
- Kryzeviciene, A. (2005): Perennial grasses a novel energy crops. Rural development 2005, vol. 2, Book 2, Proceedings – Globalisation and integration challenges to rural development in eastern and central Europ, s. 62-64.
- Stražil, Z. (2002): Porovnání chrastice rákosovité (*Phalaris arundinacea* L.) a kostravy rákosovité (*Festuca arundinacea* Schreb.) jako možných zdrojů fytomasy pro energetické a průmyslové využití. (Comparison of reed canary grass (*Phalaris arundinacea* L.) and tall brome (*Festuca arundinacea* Schreb.) as possible source of phytomass for energetic and industrial use). In: Sborník referátů z odborné konference „Energetické a průmyslové rostliny VIII“. Chomutov 1.8. 2002, s. 42-49.
- Stražil, Z., Weger, J. (2010): Studium kostravy rákosovité (*Festuca arundinacea* Schreb.) pěstované pro energetické využití. (Study of tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.) grown for energy purposes.). Acta Pruhoniciana, 96: 19-26.
- Veselá, M., Mrkvička, J., Šantrůček, J., Štráfelda, J., Velich J., Vrzal, J. (2007): Návod ke cvičení z pícninářství. Ed.: ČZU v Praze, 203 s. ISBN 987-80-213-1605-8.
- Wellie-Stephan, O. (1998): Development of grasses adapted for production of bioenergy. Proceedings paper, In 10th European Conference - Biomass for Energy and Industry, 8-11 June 1998, Wurzburg, Germany, p. 1050-1051.

Kontaktní adresa:

Ing. Zdeněk Stražil, CSc.

Výzkumný ústav rostlinné výroby Praha - Ruzyně, v.v.i., Drnovská 507

161 06 Praha 6 - Ruzyně

e-mail: strasil@vurv.cz

VYTRVALOST JETELOVINOTRAVNÍCH SMĚSÍ NA ORNÉ PŮDĚ V TEPLTNĚ A SRÁŽKOVĚ NEVYROVNANÝCH PODMÍNKÁCH JIŽNÍ MORAVY

Perenniality of clover-grass mixtures on arable land under unbalanced thermal and precipitation conditions of south Moravia

Lang J.

Zemědělský výzkum, spol. s r.o. Troubsko

Abstract

One variety of orchard grass (*Dactylis glomerata*) was tested in mixtures with alfalfa (*Medicago sativa*) and red clover (*Trifolium pratense*) in the locality Troubsko (South Moravia, Czech Republic). The interspecific hybrid Felina (recommended for dry conditions) was used as control. It was found out that, as compared with control, a late orchardgrass variety gave similar good results as the control variant with the variety Felina. In dry years, the stand canopy developed well and that economic results (yields) and forage quality were also good. The canopy of stands with predominating red clover developed in worse manner and showed grassless spots that were gradually covered with weeds so that the yields were low.

Key words: canopy, Felina, orchardgrass, red clover, alfalfa

Abstrakt

Na lokalitě Troubsko byla zkoušena pozdní odrůda srhy laločnaté ve směsích s vojtěškou setou a jetelem lučním. Jako kontrola byl zařazen do sucha používaný mezirodový hybrid Felina. Bylo zjištěno, že pozdní odrůda srhy laločnaté snáší ve směsích sucho stejně dobře jako hybrid Felina. V suchých letech se porosty dobře zapojují a dosahují dobrých hospodářských výnosů a kvality píce. Porosty, jejichž základem je jetel luční jsou hůře zapojené s prázdnými místy, které časem zarůstají plevelem a dávají nízké výnosy.

Klíčová slova: pokryvnost, zapojení porostu, Felina, srha, jetel luční, vojtěška setá

Úvod

Jetelovinotravní směsi na orné půdě jsou důležitou součástí v systému zemědělské výroby. Tvoří nedílnou součást krmné dávky skotu a mají významný vliv v osevním postupu. Jetelovinotravní směsi jsou vhodné k výrobě sena i k výrobě senáže a dodržení správného termínu sklizně zaručuje příznivý obsah nutričních látek v krmivu. Pro výrobu kvalitního krmiva a z důvodu vysoké konkurenceschopnosti některých druhů trav by měl podíl trávy v lokalitách s dostatkem srážek ve směsi tvořit 20, maximálně však 25 % celkové hmoty při první sklizni. Tomu odpovídá např. směs osiva 16 kg vojtěšky + 3 kg mezirodového hybridu (MRH) Felina (84:16 %) určená pro výsev na 1 ha (Vorlíček a kol. 2009). V suchých lokalitách může být podíl trávy ve směsi osiva navýšen až na 50 %, čemuž například odpovídá směs 9 kg vojtěšky + 15 kg MRH Felina určená pro výsev na 1 ha (Lang, 2013). Některé travní druhy jsou na vodu méně náročné a jsou vhodné do sušších oblastí. Jsou to například kostřavy, kostřavovité hybridy (Felina), ovsík vyvýšený, srha laločnatá a další. Srha laločnatá se v minulosti do směsí nevyužívala, protože měla špatně sladěný růstový rytmus s jetelovinami. Dnes existují na trhu pozdní odrůdy, které mají lépe sladěný růstový rytmus. Do pokusu byla zařazena pozdní odrůda srhy laločnaté pod pracovním názvem VV 115-132/10 (prochází uznávacím řízením) a jako kontrolní varianta byl použit v současnosti známý MRH Felina, který je vhodný do jetelovinotravních směsí i do suchých oblastí a je určen k vícesecnému využití (dlf, 2013 [on-line]). Jetelovinotravní směsi mají řadu výhod ve srovnání s monokulturami jeteloviny nebo trávy. Směsi poskytují vyšší jistotu sklizně ve srážkově nevyrovnaných letech nebo v místech s přísuškou, tráva ve směsi zlepšuje zavadání píce po sklizni a zlepšuje proces silážování (Houdek, 2009), jetelovina dotuje porost dusíkem

vlivem činnosti hlízkových bakterií fixující vzdušný dusík a tím lze ušetřit finanční náklady na hnojiva (Kohoutek a kol., 2010).

Materiál a metody

V roce 2011 byl na lokalitě Troubsko založen maloparcelový pokus ve čtyřech opakováních s monokulturami trav, jetelovin a jejich směsí. Do pokusu byly použity jetel luční 'Vltavín', vojtěška setá 'Zuzana', pozdní odrůda srhy laločnaté (VV 115-132/10) a mezirodový hybrid (MRH) Felina. Složení směsí a výsevky uvádí tab. č. 1. Před založením, ani během kultivace, nebyla použita žádná hnojiva. V roce 2011 probíhaly odplevelovací, nevážené seče. Rok 2012 byl první sklizňový, rok 2013 druhý sklizňový a rok 2014 třetí sklizňový. Ve všech sklizňových letech byly provedeny čtyři sklizně. Před každou sklizní byla odečtena pokryvnost druhů metodou redukované projektivní dominance, kdy bylo posuzováno a) zastoupení komponenty nebo směsi b) zastoupení plevelů c) volná plocha. Posouzení pokryvností rostlin se provádí vizuálně pohledem na porost shora, kolmo nebo mírně až středně šikmo a odhadované hodnoty pokryvnosti jsou korigovány na 100 %. Statistické hodnocení pokryvnosti bylo provedeno metodou analýzy variance (ANOVA $P > 0.05$) s následným hodnocením Tukeyovým testem. Průměrné měsíční teploty a srážky ve sklizňových letech uvádí tab. č. 2, ve které je také uvedeno klimatologické hodnocení měsíců. Teplotní a srážkové hodnocení bylo provedeno podle doporučení WMO pro popis klimatologických podmínek (Kožnarová, Klabzuba, 2002).

Tab. č. 1: Složení směsí a výsevek komponent

číslo	směs	zastoupení [%]		výsevek [kg.ha ⁻¹]	
		jetelovina	tráva	jetelovina	tráva
1	vojtěška setá 'Zuzana'	100	0	18	0
2	jetel luční 'Vltavín'	100	0	18	0
3	MRH Felina	0	100	0	30
4	srha laločnatá	0	100	0	20
5	vojtěška setá + srha laločnatá	80	20	14,4	4
6	vojtěška setá + srha laločnatá	50	50	9	10
7	jetel luční + srha laločnatá	80	20	14,4	4
8	jetel luční + srha laločnatá	50	50	9	10
9	vojtěška setá + MRH Felina	80	20	14,4	6
10	vojtěška setá + MRH Felina	50	50	9	15
11	jetel luční + MRH Felina	80	20	14,4	6
12	jetel luční + MRH Felina	50	50	9	15

Výsledky a diskuse

Zkoušené varianty byly na pozemku celkem čtyři roky, první rok byl zásevový - nehodnocený, další tři roky byly užitkové – hodnocené. U vojtěšky (var. č. 1) je známý fakt (např. Novosádová, 2010), že nejvyššího výnosu dosahuje ve druhém užitkovém roce. V dalších letech schopnost produkce klesá. Pokles produkce není způsoben pouze stárnutím porostu, ale, jak z tabulky č. 3 a grafu č. 1 vyplývá, i mortalitou rostlin v porostu.

Tab. č. 2: Průměrné měsíční teploty a srážky ve sklizňových letech s klimatologickým hodnocením.

měsíc	rok 2012				rok 2013				rok 2014			
	teplota		srážky		teplota		srážky		teplota		srážky	
	průměr	hodnocení	celkem	hodnocení	průměr	hodnocení	celkem	hodnocení	průměr	hodnocení	celkem	hodnocení
leden	0,7	1	27,5	0	-1,3	0	21,3	0	1,0	2	23,5	0
únor	-3,8	-1	5,6	-2	0,4	0	47,5	1	2,6	2	11,6	-1
březen	6,1	1	1,8	-3	1,0	-1	42,1	1	7,6	3	8,1	-2
duben	9,5	0	12,1	-2	9,5	0	18,0	-1	11,2	1	16,5	-1
květen	16,0	1	25,4	-2	13,8	0	105,6	1	13,8	0	58,8	0
červen	18,2	1	60,6	0	16,9	0	116,2	1	18,0	1	14,3	-2
červenec	20,4	2	60,0	0	20,8	2	4,8	-3	20,8	2	89,7	1
srpen	19,7	2	72,4	0	19,3	1	68,8	0	17,0	-1	110,3	1
září	14,5	0	32,1	0	12,5	-1	48,4	0	15,0	0	105,0	2
říjen	10,2	1	35,1	0	9,5	0	33,3	0	10,6	1	32,5	0
listopad	5,7	2	20,1	-1	5,1	2	21,5	-1	7,1	3	25,7	0
prosinec	-1,8	0	29,9	0	1,7	1	4,1	-3	2,3	2	28,2	0

Teplotní měsíc: -3 mimořádně studený, -2 silně studený, -1 studený, 0 normální, 1 teplý, 2 silně teplý, 3 mimořádně teplý

Srážkový měsíc: -3 mimořádně suchý, -2 silně suchý, -1 suchý, 0 normální, 1 vlhký, 2 silně vlhký, 3 mimořádně vlhký

Jetel luční v příznivých vlhkostních podmínkách dosahuje výnosů srovnatelných s vojtěškou setou (Lang, Vejražka 2012, Novosádová, Lang 2010), ovšem za nedostatku srážek výnos hmoty výrazně klesá (Pelikán a kol., 2013). V posledních letech se na jižní Moravě ve vegetaci setkáváme se silně až mimořádně suchými ročníky, což se v porostu jetele lučního projeví špatným zapojením porostu a nízkou produkcí hmoty. Z grafu č. 1 je patrné, že zastoupení jetele v letech 2012 a 2013 je průkazně nižší ve srovnání s vojtěškou. V porostu jetele se vyskytovaly zejména jednoleté druhy plevelů anebo zůstávala prázdná místa. Ve třetím užitkovém roce jetel z porostu téměř vymizel. Porosty samotných trav hybridu Felina (var. č. 3) a srhy laločnaté (var. č. 4) byly ve dvou užitkových letech dobře zapojené, ve třetím roce došlo k poklesu zapojení, u srhy výrazněji a statisticky průkaznému. To může být reakce na nedostatek vody nebo nedostatek živin, zejména dusíku, i když z jiných pokusů na stejné lokalitě vyplývá, že výnosy samotných trav v podmínkách nedostatku srážek jsou nízké, i když jsou hnojené dusíkatým hnojivem (Lang, Novosádová 2011). Směsi se srhou laločnatou (var. č. 5 a č. 6) a travním hybridem Felina (var. č. 9 a č. 10) byly v prvním i druhém užitkovém roce velmi dobře zapojeny. Ve třetím užitkovém roce došlo u všech směsí k poklesu zapojení, u variant č. 9 a č. 10 (směsi s MRH Felina) ke statisticky neprůkaznému, u variant se srhou (var. č. 5 a č. 6) byl pokles průkazný. Takový pokles nastal i u samotných trav (var. č. 3 a č. 4). Vzhledem k tomu, že ve směsi s jetelovinou by se neměl výrazně

projevit vliv nedostatku dusíku, dá se předpokládat, že pokles pokryvnosti může být způsoben fyziologickým stárnutím porostu umocněným stresem z nedostatku vody. Prázdná místa postupně zarůstala plevellem. Směsi, jejich část tvořil jetel luční (var. č. 7,8 a č. 11,12) byly v užitkových zapojeny průkazně méně jako směsi s vojtěškou. Podobné rozdíly byly průkazné i ve výnosech sušiny (Lang, 2014). To může být dáno tím, že hlubokokořenicí a na vodu méně náročná vojtěška dokáže využít zásoby v hlubších vrstvách půdy, vytvoří hustý a zapojený porost, který dokáže částečně zamezit evapotranspiraci a vytvoří tak vhodnější mikroklima pro růst trav. Podobně se může ve směsích využít například jetel plazivý, který po sklizni zabraňuje evaporaci (Svobodová, Šantrůček, 2007). U směsi jetele lučního se srhou (var. č. 7 a 8) došlo ve třetím užitkovém roce, podobně jako u směsi vojtěšky se srhou (var. č. 5 a 6) k průkaznému poklesu zapojení porostu. Pokles, ale neprůkazný, byl zaznamenán i u směsi jetele s hybridem Felina (var. č. 11 a 12). O vývoji zastoupení komponent ve směsích s rozdílným procentuálním složením osiva, o výnosech a kvalitě píce ze zabývají jiné naše práce (Lang, 2015, Lang 2014, Lang, 2013). V výsledků těchto prací lze konstatovat, že rozdíly v poměr osiva 80:20 a 50:50 dané směsi nemají v daných podmínkách zásadní vliv na výnos a kvalitu píce.

Tab. č. 3: Procentické [%] vyjádření pokryvnosti směsí, prázdných míst a plevelů

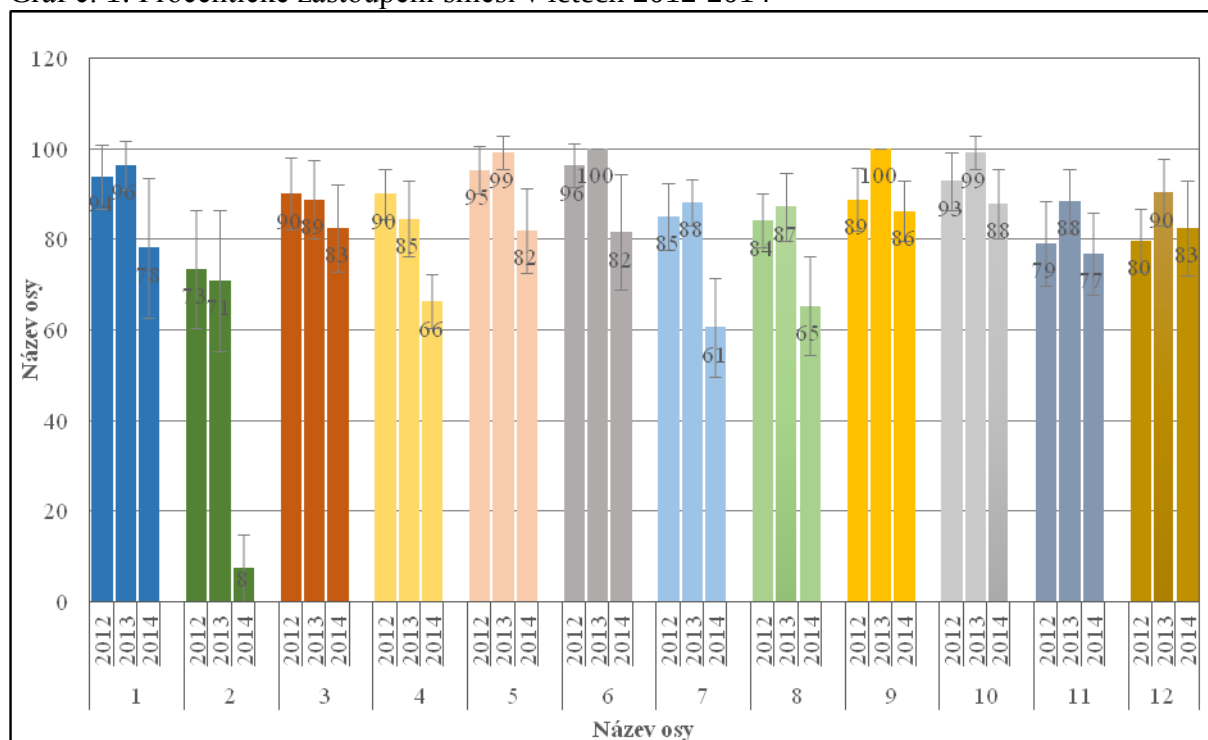
var.č.	rok	směs	SD	prázdné místo	SD	plevel	SD	var.č.	rok	směs	SD	prázdné místo	SD	plevel	SD
1	2012	93,8	7,2	5,6	7,3	0,6	2,4	7	2012	85,0	7,3	14,4	7,0	0,6	1,7
	2013	96,4	5,4	0,0	0,0	3,6	5,4		2013	88,1	5,0	9,2	5,6	2,7	3,9
	2014	78,1	15,5	11,3	11,7	10,6	10,9		2014	60,6	10,9	26,3	9,4	13,1	5,6
2	2012	73,4	13,0	23,1	8,3	3,4	7,4	8	2012	84,1	5,9	15,0	5,3	0,9	2,0
	2013	70,9	15,5	7,9	9,7	21,1	16,3		2013	87,2	7,5	9,7	7,0	3,1	4,3
	2014	7,5	7,3	35,0	15,7	57,5	10,9		2014	65,3	10,8	22,8	6,8	11,9	5,8
3	2012	90,0	7,9	7,2	6,4	3,1	3,9	9	2012	88,8	7,0	10,6	6,6	0,6	1,7
	2013	88,8	8,6	2,2	4,3	9,1	8,5		2013	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	2014	82,5	9,7	6,9	4,6	10,6	7,9		2014	86,3	6,7	10,6	5,8	3,1	3,9
4	2012	90,0	5,6	8,1	4,6	1,9	2,4	10	2012	92,8	6,4	6,9	5,8	0,3	1,2
	2013	84,6	8,4	7,2	6,4	6,6	5,2		2013	99,1	3,6	0,9	3,6	0,0	0,0
	2014	66,3	6,0	17,8	7,1	15,9	6,7		2014	87,8	7,7	9,7	6,5	2,5	3,1
5	2012	95,3	5,1	4,4	4,6	0,3	1,2	11	2012	79,1	9,2	18,8	8,2	2,2	3,0
	2013	99,1	3,6	0,9	3,6	0,0	0,0		2013	88,4	7,0	10,3	6,0	1,3	2,8
	2014	81,9	9,3	11,9	6,3	6,3	4,1		2014	76,9	9,0	14,4	7,9	8,8	2,8
6	2012	96,3	4,8	3,8	4,8	0,0	0,0	12	2012	79,7	7,0	17,2	5,6	3,1	3,9
	2013	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		2013	90,3	7,4	6,3	6,3	3,4	4,6
	2014	81,6	12,7	13,4	9,0	5,0	4,7		2014	82,5	10,5	10,6	8,6	6,9	3,0

Závěr

Zkoušená pozdní odrůda srhy laločnaté je vhodná do jetelovinotravních směsí v oblastech s nedostatkem vody. Ve směsích s vojtěškou snáší nedostatek vody stejně dobře jako hybrid Felina, při dostatku srážek má srha ale ve směsích vyšší konkurenční schopnost. To je potřeba vzít v úvahu při míchání směsí. Směsi se srhou se poskytují podobné výnosy a kvalitu píce jako směsi s hybridem Felina. Zkoušená odrůda srhy pod pracovním názvem VV 115-132/10 má příznivě sladěný růstový rytmus s jetelovinou v návaznosti na dobu sklizně. Aby bylo dosaženo kvalitního krmiva, je potřeba směsi sklídit včas, optimálně v době sloupkování,

nejpozději na začátku metání srhy. Tato fáze je u srhy poměrně krátká. Jetelovino travy v suchých oblastech bez použití hnojiv je vhodné pěstovat na jednom stanovišti nejdéle tři roky, v dalších letech dochází k úbytku směsi, přičemž k vyššímu úbytku dochází u směsi se srhou než u směsi s hybridem Felina. Do suchých oblastí se více hodí vojtěško travy, jetelotravy nemůžeme vzhledem k nízkým výnosům a horšímu zapojení porostu doporučit.

Graf č. 1: Procentické zastoupení směsí v letech 2012-2014



Dedikace

Výsledek byl získán za částečné institucionální podpory na dlouhodobý koncepční rozvoj výzkumné organizace.

Použitá literatura

- DLF Hladké Životice: Naše odrůdy [on-line] 2013. [cit. 2013-09-05]. Dostupné z: http://www.dlf.cz/upload/fl_-_felina.pdf
- HOUDEK, I. Jak nejlevněji vyrobit kvalitní píci pro dojnice ke konzervaci. *Náš chov* 3, 2009, str. 54, 55. Praha: ProfiPress, 2009.
- KOHOUTEK, A., KOMÁREK, P., NERUŠIL, P., ODSTRČILOVÁ, V., NĚMCOVÁ, P.: Kvalita píce trav, jetelovin a jetelovino travních směsí z obnovených TTP v letech 2009-2010. In: Kvalita píce z travních porostů a chov skotu v měnících se ekonomických podmínkách. Sborník z celostátní vědecké konference s mezinárodní účastí, Kunín. Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Praha 6 –Ruzyně, Výzkumná stanice Jevíčko. Vydal: ŠS Hladké Životice, 2010. s. 37-50. ISBN: 987-80-7427-043-7.
- KOŽNAROVÁ, V., KLABZUBA, J.: Doporučení WMO pro popis meteorologických, resp. klimatologických podmínek definovaného období. *Rostlinná výroba* 2002: roč. 48, č. 4, s. 190 – 192.
- LANG, J.: Kvalita píce jetelovino travních směsí na orné půdě ve srážkově rozdílných letech. Vliv abiotických a biotických stresorů na vlastnosti rostlin 2015. In: Sborník mezinárodní konference pořádané Českou zemědělskou univerzitou v Praze, Ústavem ekologie lesa Slovenskej akadémie vied a Slovenské spoločnosti pre poľnohospodárske, lesnícke,

- potravinářské a veterinářské vedy při SAV v Bratislavě. Praha, 16-17.9.2015, ISBN 978-80-813-2567-8. s. 258-261.
- LANG, J.: Výnosy jetelovínotravních směsí pěstovaných na orné půdě ve srážkově rozdílných letech. Vliv abiotických a biotických stresorů na vlastnosti rostlin. Sborník mezinárodní konference pořádané Ústavem ekologie lesa Slovenskej akademie vied, Zvolen, 10-11.9.2014, ISBN 978-800-89408-17-7.
- LANG, J.: Srha laločnatá v jetelovínotravních směších. Úroda 12, 2013 vědecká příloha, s. 86-91. ISSN 0139-6013.
- LANG, J., NOVOSÁDOVÁ I.: A comparison of different nitrogen application systems for intergenetic grass hybrids with regard to forage production and quality. In: sborník 15th Conference on Environment and Mineral Processing & Exhibition. VSB – Technical University of Ostrava, 2011.
- LANG, J., VEJRAŽKA, K.: Yields and quality of forage legumes under imbalanced year precipitation conditions on south Moravia. Acta univ. agric. et silvic. Mendel. Brun., 2012, LX, No. 6, pp. 217–224.
- NOVOSÁDOVÁ, I., LANG, J.: Zhodnocení produktivity perspektivních jetelovin. Úroda 12, 2010 vědecká příloha. Praha 2010. s. 665-668. ISSN 0139-6013.
- PELIKÁN, J., KNOTOVÁ, D., RAAB, S.: Výnosy zelené hmoty a sena českých a slovenských odrůd diploidního jetele lučního. Úroda 12, 2013 vědecká příloha. Praha 2013. s. 174-177. ISSN 0139-6013.
- SVOBODOVÁ, M., ŠANTRŮČEK, J. 2007: Mulčování porostů trav a jetelovin [on-line]. Agroweb [cit. 2015-10-06]. Dostupné z: http://www.agroweb.cz/Mulcovani-porostu-trav-a-jetelovin_s73x27544.html. Praha, 2007.
- VORLÍČEK, Z., HANUŠ, O., ŠINDELKOVÁ, I.: Zvýšení podílu energie v objemných krmivech ekologických farem pěstováním vhodných travních a jetelovínotravních směsí. Certifikovaná metodika, Troubsko 2009, 16 s. ISBN 978–80–86908–09–0.

Kontaktní adresa:

Ing. Jaroslav Lang, Ph.D.
Zemědělský výzkum, spol. s r.o.
Zahradní 1
664 41 Troubsko
e-mail: lang@vupt.cz

PRODUKCE BIOPLYNU ZE SILÁŽÍ Z PÍCE PRVNÍCH SEČÍ VYBRANÝCH TRAVNÍ DRUHŮ A SMĚSÍ

Biogas production from the silage of selected first cuts of forage grasses species and mixtures

Houdek I.¹, Kohoutek A.², Ust'ak S.³

¹ DLF Trifolium Hladké Životice, s.r.o.

² VÚRV Praha Ruzyně, VSTE Jevíčko

³ VÚRV Praha Ruzyně, pracoviště Chomutov

Abstrakt

Travní porosty jsou významným zdrojem pro získávání energie, mj. i v bioplynových stanicích. Vedle píce z trvalých travních porostů, která nemá využití v chovu hospodářských zvířat, je možné pro vsázku do bioplynové stanice používat píci ze setých travních porostů, založených na orné půdě na pozemcích pro pěstování kukuřice nevhodných (erozně ohrožených, v oblasti s přemnoženými divokými prasaty...) nebo na mezípaších velkých honů. Nesporný je také jejich přínos - vedle produkce bioplynu - přerušovače zjednodušeného osevního postupu obilovina/řepka/kukuřice a doplnění organické hmoty do půdy.

Přestože nebyly všechny vzorky vloženy do laboratorních fermentorů, získané výsledky testování siláží travních směsí a některých travních druhů z pokusu z Hladkých Životic potvrzují vysoké produkce bioplynu, i když nedosahují hodnot kukuřičné siláže.

Klíčová slova: trávy, bioplyn, metan

Abstract

Grasslands are an important source for generating energy, including in biogas station. Besides the forage from permanent grassland, which does not use in livestock farming, it is possible to utilize in biogas stations grass on arable land. This grassland is sown in areas unsuitable for silage maize (endangered by erosion, in area with a lot of wild pigs ...) or in belts splitted large fields. Indisputable is also their benefits - in addition to the production of biogas - a simplified interrupts of crop rotation cereal, oilseed rape, corn and adding organic matter to the soil.

Even though all samples were not inserted into laboratory fermenters, the results of testing silage grass mixtures and certain grass species from trials in Hladké Životice confirm the high biogas production, although below the value of corn silage.

Key words: grass, biogas, methane

Úvod

Vsázka travních siláží – ale i čerstvé píce z travních porostů – do bioplynových stanic (BPS) je jedinečná příležitost, jak jednak využít píci z porostů, kterou není komu zkrmit, ale také zařazení trav na orné půdě do osevních postupů. Zúžený osevní postup – jestli se to tak ještě vůbec dá nazvat – na obiloviny, řepku a kukuřici postrádá pícniny, které zanechají v půdě množství kořenů a tím zmírní drancování organické hmoty, nebo mírněji řečeno přispějí k udržení úrodnosti půdy. Důležité je připomenout, že ne všechny typy bioplynových stanic jsou pro „krmení“ travních siláží přizpůsobeny.

Trávy na orné půdě se samozřejmě budou pěstovat především v oblastech, kde pro jejich pěstování je dostatek srážek, a spíše na pozemcích, kde je třeba uplatnit jejich protierozní účinek, kde nelze dopěstovat kukuřici z důvodu přemnožení divokých prasat, nebo bude sloužit v mezípaších jako přerušovač velkých honů kukuřice.

Po nebývalém suchu v roce 2015 nabývají travní porosty pro „krmení“ BPS ještě většího významu, protože kukuřice často nebude nazbyt ani pro BPS, ani pro skot.

Společně s kolegy ze stanic VÚRV Ruzyně jsme vyhodnocovali pokus založený v Hladkých Životicích v r. 2012 s 13 odrůdami různých travních druhů a pěti směsmi na siláž pro BPS

sestavenými pro různé vláhové podmínky a dobu využívání. Tyto směsi jsou pochopitelně vhodné i pro krmení skotu, obsahují výhradně pícní druhy trav, resp. jetele plazivého.

Materiál a metoda

Pokus byl založen na orné půdě v Hladkých Životicích v nadm. výšce 280 m/m, v čistosevu, v květnu 2012. Byl uspořádán ve znáhodněných blocích, parcely sklizňové plochy 10 m² ve třech opakováních. Sklizeň byla prováděna maloparcelním sklízecem Hege 212. Hodnoceny byly dva užitkové roky. Varianty pokusu jsou v Tab. 1

Tab. 1 Druhy a odrůdy trav, názvy směsí a výsevná množství

var.	Druh / typ směsi	Odrůda / název směsi	výsevek v kg/ha
1	Festulolium - jílkový hybrid	BEČVA	40
2	Festulolium - jílkový hybrid	HOSTYN	40
3	Festulolium - jílkový hybrid	PERSEUS	40
4	Festulolium - jílkový hybrid	LOFA	40
5	Festulolium - kostřavovitý hybrid	HYKOR	25
6	Kostřava rákosovitá	KORA	25
7	Bojínek luční	LEMA	16
8	Kostřava luční	KOLUMBUS	25
9	Srha říznačka	VEGA	20
10	Ovsík vyvýšený	MEDIAN	40
11	Jílek vytrvalý 4n	KENTAUR	35
12	Jílek mnohokvětý 2n	SKIPPY	30
13	Jílek mnohokvětý 4n	MORAVICE	40
14	Jílková silážní směs	C - 2	31
15	Dočasná silážní směs s JP	BPS 1	35
16	Víceletá silážní směs s JP	BPS 2	35
17	Trvalá silážní směs do sucha	BPS 3	35
18	Trvalá silážní směs do vlhka	BPS 4	35

Hnojení pokusu

před setím	3 q NPK 15/15/15
podzim	2 q NPK 15/15/15
jaro	60 kg N/ha ve formě LAV
po seči	60 kg N/ha ve formě LAV

V prvním užitkovém roce 2013 byly sklizeny 4 seče, z čehož z 1. a 2. seče byly odebírány vzorky cca 4 kg zelené píce ze dvou opakování každé varianty, které po zavaznutí na sušinu nad 30 % byly na VSTE v Jevíčku zavakuovány a siláž následně vložena do laboratorních fermentorů na pracovišti v Chomutově. Celková doba experimentální fermentace byla jednotně stanovena na 49 dnů (7 týdnů). Bohužel jen polovina vzorků z celého souboru byla do fermentorů vložena, z toho výsledky ze vzorků kostřavy rákosovité z 1. seče jsou nepoužitelné.

V roce 2014 již vzhledem k časové a finanční náročnosti vzorky na siláž pro zkoumání v laboratorních fermentorech nebyly odebírány. Sklizeny byly v tomto roce 3 seče.

Kromě těchto vzorků byly odebírány v obou užitkových letech ze všech variant, opakování a seči vzorky 1 kg zelené hmoty pro stanovení sušiny, na rozborů na NIRS v Jevíčku a případné další chemické rozborů. Siláže odebraných vzorků, které byly vyrobeny pomocí vakuovacího přístroje na VSTE v Jevíčku byly po zfermentování převezeny na pracoviště VÚRV v Chomutově. Tam byly vloženy do čtyřlitrových skleněných anaerobních fermentorů (reaktorů) vyhřívaných na teplotu 36 – 38 °C a každou hodinu po dobu 15 min promíchávány. Celé zařízení má 48 hnízdnic souprav. Celková doba biofermentační zkoušky trvala 49 dnů (7 týdnů).

Travní siláže mají pomalejší fermentaci, nežli kukuřice, proto doba zdržení je delší a tomu odpovídá i delší zkouška v laboratorním fermentoru. Srovnání se siláží kukuřice je ze zkoušení ve stejných laboratorních fermentorech, ale z jiného sklizňového roku (2014), vzorky kukuřice byly z jiné lokality.

Výsledky a diskuse

1. Výnosy píce - Tab. 2

Oba sklizňové ročníky byly postiženy suchými obdobími. Rok 2013 začal velmi suchým a teplým dubnem, květnové srážky opozdily 1. seč., což nepříznivě ovlivnilo koncentraci N-látek a vlákniny, a u některých variant i stravitelnost organické hmoty (Tab. 3). Následovalo suché léto, takže u vytrvalých a suchovzdorných druhů a směsí byly ve druhém užitkovém roce dosaženy ve třech sečích vyšší roční výnosy, než ve čtyřech sečích 1. užitkového roku.

Tab. 2 Výnosy suché hmoty travních druhů a směsí pro BPS v t/ha
zásev 2012, skl. 2013 a 2014

druh, odrůda		2013 4 seče	2014 3 seče	za 2 roky	
směs					%
1	FL BEČVA	14,54	12,93	27,47	100,0
2	FL HOSTYN	15,89	15,83	31,72	115,5
3	FL PERSEUS	15,78	14,04	29,82	108,6
4	FL LOFA	14,93	12,46	27,39	99,7
5	FL HYKOR	16,36	19,98	36,34	132,3
6	KR KORA	15,88	19,96	35,84	130,5
7	BL LEMA	14,08	16,67	30,75	111,9
8	KL KOLUMBUS	14,29	13,98	28,27	102,8
9	SL VEGA	16,10	18,90	35,00	127,4
10	OV MEDIAN	15,87	17,19	33,06	120,4
11	JV KENTAUR	13,29	13,10	26,39	97,9
12	JM SKIPPY 2n	17,24	15,11	32,35	117,8
13	JM MORAVICE 4n	15,45	13,60	29,05	105,8
14	C - 2	16,60	12,90	29,50	107,4
15	BPS 1 dočasná s JP	16,01	12,40	28,41	104,5
16	BPS 2 víceletá s JP	15,69	15,60	31,29	113,9
17	BPS 3 trvalá do sucha	15,63	20,63	36,26	132,0
18	BPS 4 trvalá do vlhka	16,10	17,21	33,31	121,3
0	JM 2n SVATAVA	16,23	15,36	31,59	115,0

Po suchém létě 2013 a srážkově chudé a teplé zimě přišlo suché jaro 2014 – více srážek přišlo až v ½ května. Porosty, včetně sledovaného pokusu, které byly ve druhém a dalších užitkových letech měly výnosy z 1. seče slabé, zatímco pokusy pro které byl rok 2014 prvním užitkovým, byly v 1. seči velmi bujné a ke sklizni o týden až 10 dnů dříve, než bývalo zvykem. V tomto roce byly srážkově bohaté letní měsíce, roční produkci dohnaly letní seče. Protože byl v srpnu blok pokusů zaoráván, nebyla sklizena 4. seč, která celkovou produkci ještě mohla zvýšit.

Tab. 3 Některé ukazatele kvality píce 1.seče v r. 2013

druh směs	odrůda směs	N látky [%]	vláknina [%]	stravitelnost [%]
jílkovitá festulolia	Bečva	10,9	26,0	72,9
	Hostyn	10,5	26,8	69,0
	Perseus	10,2	26,1	72,7
	Lofa	10,9	26,2	72,7
kostřavovitá festulolia	Hykor	9,6	30,6	68,8
kostřava rákosovitá	Kora	11,3	28,5	71,1
bojínek luční	Lema	10,9	28,5	62,1
kostřava luční	Kolumbus	12,3	28,8	65,9
srha laločnatá	Niva	10,9	29,3	59,7
ovsík vyvýšený	Median	9,9	30,8	61,2
jílek vytrvalý 4n	Kentaur	11,8	24,8	75,3
jílek mnohokvětý 2n	Skippy	10,9	24,6	72,5
jílek mnohokvětý 4n	Moravice	11,1	25,2	76,1
jílková směs krátkod.	C - 2	9,8	27,1	72,0
dočasná směs s JP	BPS 1	11,1	26,8	70,1
víceletá směs s JP	BPS 2	11,5	25,5	73,6
vytrvalá směs do sucha	BPS 3	10,7	30,1	62,1
vytrvalá směs do vlhka	BPS 4	10,0	28,9	66,1
0 jílek mnohokvětý 2n	Svatava	10,2	25,0	72,6

2. Produkce bioplynu a metanu Tab. 4, 5

Průměr souboru siláží z travních směsí a druhů odebraných v Hladkých Životicích z mírně opožděné 1. seče 27. května činil 258 m³/t sušiny (258,1 Nl/kg sušiny), přičemž nejvyšších hodnot dosáhla směs BPS 1 a festulolium Bečva (278,4, resp. 271,9 Nl/kg sušiny). Průměr souboru siláží z travních směsí a druhů ze sklizně 2. seče klesl na 237,3 Nl/kg sušiny, ale pořadí se změnilo, nejvyšší hodnoty dosáhla kostřava rákosovitá Kora (při hodnocení jejího vzorku z 1. seče došlo k chybě), a to 262 Nl/kg sušiny, o 2 l méně vyprodukovala píce bojínku lučního, odrůda Lema. Ostatní vzorky souboru ze druhé seče byly výrazně méně produkční. Soubor vzorků hybridů kukuřice zkoušených na stejném zařízení v loňském roce činil 300 m³/t sušiny, takže produkce metanu trav z 1.seče byla na 86 % výtěžnosti kukuřice, ze 2.seče na 79 % výtěžnosti kukuřice (z písemného sdělení z laboratorních testů Ing. Ust'aka a Ing. Jambora).

Kohoutek a kol. (2014) získal při srovnávání siláží 10 druhů trav v letech 2009 -2011 výsledky produkce metanu, kdy průměr souboru činil 228 Nl/kg sušiny, hodnoty se pohybovaly mezi 200 až 247 Nl/kg sušiny.

Tab. 4 Výsledky testování siláží 1.seče části souboru v laboratorních fermentorech

druh, směs	se č	sušina vzorku, %	Celk. výťažnost BP, l/kg sušiny	Celk. výťažnost CH ₄ , l/kg sušiny	Průměrná konc. CH ₄ , %
směs BPS 1	1.	14,6	534,8	278,4	52,1
směs BPS 2	1.	20,6	426,6	230,8	54,1
směs BPS 3	1.	18,0	477,0	254,2	53,3
festulolium Bečva	1.	16,6	519,8	271,9	52,3
ovsík vyvýš. Median	1.	22,1	474,8	249,1	52,5
bojínek luční Lema	1.	16,7	494,0	262,7	53,2
kostrava luč.Kolumbus	1.	18,3	486,3	252,0	51,8
srha říznačka Niva	1.	22,3	509,3	265,6	52,2
průměry souboru			490,3	258,1	52,7

Tab. 5 Výsledky testování siláží 2.seče části souboru v laboratorních fermentorech

druh, směs	se č	sušina vzorku, %	Celk. výťažnost BP, l/kg sušiny	Celk. výťažnost CH ₄ , l/kg sušiny	Průměrná konc. CH ₄ , %
směs BPS 1	2.	22,6	445,3	234,5	52,7
směs BPS 2	2.	37,3	411,6	216,9	52,7
směs BPS 3	2.	33,4	433,0	229,2	52,9
festulolium Bečva	2.	27,8	445,0	234,4	52,7
ovsík vyvýš. Median	2.	22,7	456,9	240,8	52,7
kostrava rákos. Kora	2.	24,0	498,5	262,0	52,6
bojínek luční Lema	2.	22,7	493,1	260,0	52,7
kostrava luč.Kolumbus	2.	27,2	468,8	248,0	52,9
srha říznačka Niva	2.	23,5	401,4	209,7	52,3
průměry souboru			450,4	237,3	52,7

Ust'ak a kol. (2014) zjistil při srovnávání siláží kukuřice s 11 druhy trav i jiných bylin v letech 2009 - 2012 produkci metanu u kukuřice 290 Nm³/t sušiny a u kostravy rákosovité 265 Nm³/t sušiny, tj 91 % výtěžnosti metanu z kukuřičné siláže.

Další autoři uvádějí výtěžnost metanu na tunu organické sušiny.

Tvrzník, Zeman a Haitl ve studii z roku 2013 citují německé výsledky z r. 2010, ve kterých je produkce metanu u kukuřice na úrovni 340 Nm³/t organické sušiny, travní senáž 310 Nm³/t organické sušiny a travní hmota fermentovaná na zeleno 369 Nm³/t organické sušiny. Tedy produkce metanu ze siláže na úrovni 91 % kukuřice, avšak čerstvá píce trav kukuřici převyšuje.

Weisbach (2008) prováděl laboratorní analýzy velkých souborů porostů kukuřice, obilovin, vojtěšky a trav z polního pícninářství i z luk. Uvádí produkci metanu u kukuřice mezi 327 – 335 Nl/kg organické sušiny, u intenzivních trav 368 Nl/kg organické sušiny, ale u extenzivních trav 240 Nl/kg organické sušiny.

Z písemného sdělení M. Mrůzka (2015) z firmy agriKomp, která je jednou z firem provádějících výstavbu, servis a provozování bioplynových stanic v České i Slovenské republice, vyplývá následující srovnání kukuřičné a travní siláže při stejné době sledování 28 dnů fermentace: produkce metanu kukuřičné siláže se v souboru vzorků pohybovala v rozmezí 316 až 422 Nl/kg organické sušiny, travní siláže mezi 275 a 392 Nl/kg organické sušiny.

Koncentrace metanu v bioplynu, pokud byla uvedena, se u všech autorů i ve sledování našich vzorků pohybovala kolem 53 %.

Závěr

Travní siláže jsou velmi dobrým komponentem pro vsázky do BPS. Záleží na technologii jednotlivých stanic, jak velký podíl mohou travní siláže činit. Zkušenost řady podniků ukazuje, že kukuřičná siláž nemusí být tím hlavním „krmivem“ pro BPS, ale na druhé straně je třeba počítat s velkou proměnlivostí kvality píce trav. Závisí jednak na travním druhu, ale především intenzitě pěstování travního porostu a jeho složení (Weisbach uvádí rozdíl v produkci metanu 35 %) a s tím souvisí zaplevelení porostu a úroveň mechanického ošetřování a sklizně porostu. Narážím na „zahlinění“ siláže a její kvalitu a stabilitu.

Dedikace

Příspěvek byl zpracován s finanční podporou projektu TA ČR TA02021257.

Rovněž děkuji firmám Nutrivet, s.r.o. (ing. Václavu Jamborovi) a agriKomp Bohemia s.r.o. (ing. Martinovi Mrůzkovi) za poskytnutí cenných dat z laboratorních rozborů siláží pro srovnání s výsledky získaných z pokusů.

Použitá literatura

- Kohoutek A., Ušák S., Muñoz J., Odstrčilová V., Novák K., Nerušil P., Němcová P., (2014) Biogas Production Potential of Selected Grass Species Used to Restore Grasslands – 16th International Symposium Forage Conservation Brno 2014, str. 113-115
- Ušák S., Muñoz J., Novák K., Ušáková M., Jambor V. (2014) Non-traditional Crops Prospective for Biogas Production - 16th International Symposium Forage Conservation Brno 2014, str. 117-120
- Weisbach F. (2008) Zur Bewertung des Gasbildungspotenzials von nachwachsenden Rohstoffen – Landtechnik 6/2008, str. 356-358a
- Tvrzník P., Zeman L., Haitl M., (2013) Bioplynové stanice z pohledu výživy zvířat – studie VÚŽV Praha, str. 26-27
- Ušák S., Jambor V. (2014) písemné sdělení – výsledky laboratorních zkoušek produkce bioplynu u série hybridů kukuřice, VÚRV, fy. Nutrivet
- Jambor V., (2015) písemné sdělení – výsledky laboratorních zkoušek produkce bioplynu u série siláží hybridů kukuřice, fy. Nutrivet
- Mrůzek M. (2015) písemné sdělení – výsledky laboratorních zkoušek produkce bioplynu velkých sérií vzorků kukuřičných a travních siláží, fy. agriKomp

Kontaktní adresa:

Ing. Ivan Houdek, DLF Trifolium Hladké Životice s.r.o., Fulnecká 95, 742 47 Hladké Životice, email: ih@dlf.cz

SYSTÉM HODNOCENÍ HYBRIDŮ KUKUŘICE (ZEA MAYS L.) PRO POTŘEBY PRAXE

System evaluation of hybrids maize (Zea mays L.) for the needs of practice

Loučka R.¹, Nedělník J.², Lang J.², Jambor V.³, Třináctý J.², Tyrolová Y.¹, Kučera J.⁴

¹Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i. Praha Uhřetěves

²Zemědělský výzkum, spol. s r.o. Troubsko

³NutriVet s.r.o., Pohořelice

⁴Svaz chovatelů strakatého skotu Praha

Abstrakt

Na základě potřeb praxe hodnotit hybridy kukuřice jednotným systémem, ve kterém byly hybridy kukuřice sklizeny při stejném stupni zralosti. Společný projekt vznikl pod koordinací Zemědělského výzkumu, spol. s r.o. Troubsko. Cílem experimentů v Troubsku a v Praze Uhřetěvesi bylo porovnat v obou lokalitách hybridy s různou raností (rané a středně rané), způsobem dozrávání rostliny (stay-green a rovnoměrně dozrávající), různým typem zrna (s moučnatým a sklovitým endospermem) a zařazení mezi silážní nebo zrnové. V letech 2012 až 2014 bylo v každé lokalitě testováno zhruba 20 různých hybridů, které byly v obou lokalitách pěstovány. Testace i hodnocení hybridů probíhalo jednotnými postupy, které vyústily v certifikované metodiky, zdarma dostupné všem zájemcům z praxe. Rozdíly mezi lokalitami a ročníky jsou u jednotlivých hybridů prezentovány.

Klíčová slova: sušina, ranost, typ dozrávání, endosperm, siláž

Abstract

The need of a uniform evaluation of maize hybrids was an impetus of the development of the system, in which maize hybrids were harvested at the same stage of maturity. A joint project of the evaluation of maize hybrids was developed under the supervision of the company Zemědělský výzkum Troubsko s.r.o. (Agricultural Research Institute Troubsko Ltd.) The aim of experiments performed in Troubsko and Prague-Uhřetěves was to compare hybrids showing early and medium early maturity as well as stay-green and uniformly maturing ones, those with different types of endosperm (i.e. floury and glassy) and different types of use (i.e. grown for silage or grain production). In years 2012 – 2014, approximately 20 different hybrids were tested in both localities. Tests and the evaluation of hybrids were performed using uniform methods. The final result of these efforts was the development of a certified methodology that is available for all interested practitioners free of charge. Differences between tested hybrids are presented with regard to individual localities and years.

Key words: dry matter, maturity, type of ripening, endosperm, silage

Úvod

Z hlediska hodnocení výživné hodnoty je kukuřice složitou plodinou, ale s širokými možnostmi využití. Obsahuje dvě velmi odlišné části: zrna a zbytek rostliny. Během zrání se mění složení i podíl těchto částí. Proto je velmi důležité, chceme-li porovnávat hybridy mezi sebou, sklízet je ve stejném vegetačním stádiu s přibližně stejným obsahem sušiny a hlavně hodnotit je standardním systémem. V současné době se hybridy kukuřice vybírají a hodnotí podle systému, ve kterém se k výpočtu netto energie laktace používají tabulkové hodnoty (Zeman, 1995), kde je uvedena stravitelnost vlákniny 69 %, přitom v zahraniční literatuře je uváděna v rozmezí 35 – 70 %. To může mít vážné důsledky při výpočtu krmných dávek pro přežvýkavce. Přesný výpočet se pak dělá s využitím nepřesných čísel.

Na základě potřeb praxe hodnotit hybridy kukuřice jednotným systémem, ve kterém by byl eliminován vliv vegetačního stádia a obsahu sušiny na výnos a kvalitativní nutriční ukazatele, vznikl společný projekt pod koordinací Zemědělského výzkumu, spol. s r.o. Troubsko. Cílem experimentů v Troubsku a v Praze Uhřetěvesi bylo porovnat v obou lokalitách hybridy s různou raností (rané a středně rané), způsobem dozrávání rostliny (stay-green a rovnoměrně

dozrávajících), různým typem zrna (s moučnatým a sklovitým endospermem) a zařazení mezi silážní nebo zrnové. Proto byly do pokusů vybírány hybridy tak, aby jejich vlastnosti byly ve sledovaném souboru rovnoměrně zastoupeny. Nezávislý systém hodnocení kvality silážních hybridů kukuřice byl vytvořen proto, aby přispěl k zefektivnění rozhodovacího procesu farmářů, kteří pěstují silážní kukuřici a využívají ji v živočišné výrobě ke krmení přežvýkavců. Iniciátorem projektu byl mj. Svaz chovatelů českého strakatého skotu, jehož členové postrádali ucelené a nezávislé informace o krmivářské kvalitě registrovaných silážních hybridů dostupných na českém trhu.

Materiál a metody

V letech 2012 - 2015 byly v lokalitách Troubsko a Praha – Uhřetěves založeny polní pokusy se silážními i několika zrnovými hybridy kukuřic. V každém roce byly sledovány pěstební, výnosové a kvalitativní parametry sklizených kukuřičných hybridů. Z kvalitativních nutričních parametrů byly u hybridů sledovány obsahy organických živin a také stravitelnosti neutrálně detergentní vlákniny (NDF) a stravitelnosti organické hmoty (SOH), metodou inkubace vzorků *in sacco* v bacherové tekutině Holštýnských dojníc po dobu 24 hodin. Obsahy netto energie laktace (NEL) a predikované hodnoty produkce mléka z tuny sušiny a z hektaru pomocí systému MILK 2006 byly vypočítávány na základě reálně stanovených výsledků obsahu organických živin a jejich stravitelnosti. V Troubsku bylo testováno celkem 39 hybridů, v Uhřetěvsi 33. V obou lokalitách všechny 4 roky bylo pěstováno 9 hybridů. Podle čísla FAO byly hybridy rozděleny na rané (FAO 260 a nižší) a středně rané (FAO vyšší než 260). Verifikovaný metodický postup získávání a zpracování hodnot je podrobně rozveden v certifikované metodice Loučka a kol. (2014). Hybridy byly hodnoceny podle certifikované metodiky Loučka a kol. (2015).

Výsledky a diskuze

Průběh počasí je u kukuřice rozhodujícím faktorem výnosu a kvality živin. Pro konkrétní hodnocení hybridů je nutné pro každou lokalitu a každý rok pěstování podrobně popsat počasí v průběhu vegetačního období.

Tab. 1 Průměrné teploty ve vegetačním období v Troubsku (T), v Uhřetěvsi (U) a v ČR v letech 2012 až 2015 a v dlouhodobém časovém horizontu 1961 až 1990

Teploty (°C)	2012			2013			2014			2015			1961
Měsíc	T	U	ČR	T	U	ČR	T	U	ČR	T	U	ČR	1990
Duben	9,5	10,0	8,4	9,5	9,8	8,1	11,2	11,7	9,8	9,3	7,8	8,5	7,3
Květen	16,0	15,9	14,4	13,8	12,9	12,0	13,8	14,0	12,1	13,7	12,4	13,2	12,3
Červen	18,2	18,5	16,9	16,9	16,9	15,9	18,0	17,5	16,0	17,8	16,1	16,6	15,5
Červenec	20,4	19,6	18,2	20,8	20,7	19,4	20,8	20,6	19,2	21,7	20,2	20,9	16,9
Srpen	19,7	19,8	18,2	19,3	18,6	17,7	17,0	17,6	15,7	22,3	21,3	22,2	16,4
Září	14,5	15,2	13,3	12,5	13,0	11,8	15,0	15,5	14,1	14,7	13,7	13,1	12,8
Průměr	16,4	16,5	14,9	15,5	15,3	14,2	16,0	16,2	14,5	16,6	15,3	15,8	13,5

Z dlouhodobých záznamů o počasí (Kožnarová a Klabzuba, 2002) je zřejmé, že Troubsko leží v sušší oblasti než Praha Uhřetěves. Počasí, resp. množství srážek ve vegetačním období, bylo tedy hlavním rozdílem mezi oběma lokalitami. Z tabulek 1 a 2 je patrné, že vegetační období v roce 2012 v lokalitě Troubsko bylo charakterizováno silně podnormálními srážkami a nadnormálními teplotami. Podobný vývoj počasí byl i v dalších letech, výjimkou je rok 2015, kdy bylo abnormální sucho a vysoké teploty. V Uhřetěvsi napršelo ve vegetačním období v roce 2012 o 42 % více vody než v Troubsku (o 110 mm). Rok 2012 byl také nejsušším v pokusných třech letech. V dalších letech to bylo lepší, v roce 2013 napršelo v Uhřetěvsi o

34 % (124 mm) více a v roce 2014 o 29 % (113 mm) než v Troubsku. I rozložení srážek v průběhu vegetačního období bylo příznivější v Uhříněvsi než v Troubsku. Rok 2015 byl z hlediska vývoje počasí extrémní, především z důvodu sucha.

Tab. 2 Množství srážek ve vegetačním období v Troubsku (T), Uhříněvsi (U) a v ČR v letech 2012 až 2015 a v dlouhodobém časovém horizontu 1961 až 1990

Srážky (mm)	2012			2013			2014			2015			1961
Měsíc	T	U	ČR	T	U	ČR	T	U	ČR	T	U	ČR	1990
Duben	12	40	39	18	17	26	16	32	39	9	27	31	47
Květen	25	59	48	106	121	113	59	118	111	47	41	49	74
Červen	61	60	84	116	150	146	14	33	38	57	60	59	84
Červenec	60	87	113	5	43	34	90	179	102	29	29	36	79
Srpen	72	83	75	69	105	85	110	59	91	112	69	67	78
Září	32	42	49	48	49	74	105	88	96	34	21	33	52
Průměr	44	62	68	60	81	80	66	85	79	48	41	46	69

Rozdíly ve vývoji počasí se projeví (P<0,05) zejména v nižších výnosech sušiny v Troubsku (17,3 tun sušiny) než v Uhříněvsi (21,6 tun sušiny), ale i v nutričních ukazatelích (tab. 3). Z hlediska výnosu byl nejlepší rok 2014. Vyšší výnosy byly naměřeny u středně raných hybridů (20,2 tuny sušiny) než u raných hybridů (18,4 tuny sušiny). Výnosy významně korelovaly (tab. 6) s odhadem produkce mléka z hektaru (r = 0,96).

Nižší množství srážek v roce 2012 zřejmě zapříčinilo vyšší obsah NDF (49,6 % suš.) než v dalších letech (43,4 v roce 2013 a 44,6 v roce 2014). I stravitelnost NDF byla v roce 2012 nejnižší. To pravděpodobně bylo i důvodem nejnižší potenciální produkce mléka z pohledu kvality (ve vztahu k výnosu sušiny) i kvantity (ve vztahu k jednotce plochy v ha). Rozdíly byly i v dalších ukazatelích.

V metodice požadovaná průměrná sušina (cca 32 %) byla dodržena (31,9 ± 2,5 %). Výsledky potvrdily, že lokalita i ročník mají významný vliv na výnos (Farrell and Gilliland, 2011) i nutriční hodnoty (Kruse et al., 2008, Haigh, 1995).

Tab. 3 Základní charakteristiky ukazatelů nutričních hodnot, výnosu sušiny a potenciální produkce mléka

Lokalita	Rok	Ranost dle FAO	NDF % s.	SNDF %	Škrob % s.	Výnos t s.	Mléko l/t s.	Mléko l/ha
	Průměr		45,2	52,2	29,4	19,4	1542	30075
	Sm. odch.		4,2	7,1	3,6	4,1	116	7293
	Min		33,4	29,9	21,0	10,3	987	14563
	Max		53,9	66,9	39,5	28,4	1787	46094
Troubsko			44,3 ^a	51,2 ^a	29,6	17,3 ^a	1531	26611 ^a
Uhříněves			46,2^b	53,3^b	29,2	21,6^b	1554	33655^b
	2012		49,6^b	55,3^b	29,3	19,1 ^a	1501 ^a	29134 ^a
	2013		43,4 ^a	54,1^b	28,6	18,9 ^a	1597 ^b	30252 ^{ab}
	2014		44,6 ^a	47,0 ^a	30,2	20,2^b	1530 ^a	30886^b
	Rané		46,2^b	53,1^b	29,1	18,4 ^a	1544	28502 ^a
	Středně rané		44,5 ^a	51,5 ^a	29,6	20,2^b	1540	31284^b

Odlišná písmena (a,b,...) v indexu u čísel ve sloupcích pro daný ukazatel značí významnost P<0,05. Tučně zvýrazněné hodnoty jsou významně nejvyšší, kurzivou významně nejnižší.

Tab. 4 Vliv lokality, ročníku a ranosti hybridů na nutriční hodnoty, výnos sušiny a potenciální produkci mléka na tunu sušiny a na jednotku plochy (ha)

Lokalita	Rok	Ranost dle FAO	NDF % s.	SNDF %	Škrob % s.	Výnos t s.	Mléko l/t s.	Mléko l/ha
Troubsko	2012		47,4^d	50,3 ^{ab}	30,3	13,2 ^a	1428 ^a	18785 ^a
	2013		44,1 ^{bc}	55,5^c	28,2	18,8 ^b	1625^c	30592 ^b
	2014		41,0 ^a	47,8 ^a	30,1	20,2 ^b	1549 ^{bc}	31237 ^b
Uhřetěves	2012		50,0^e	60,8^d	28,3	25,7^c	1581 ^{bc}	40518^c
	2013		43,6 ^{ab}	52,7 ^{bc}	29,1	19,1 ^b	1569 ^{bc}	29913 ^b
	2014		46,1 ^{cd}	46,3 ^a	30,2	20,2 ^b	1511 ^{ab}	30535 ^b
Troubsko		Rané	45,9^b	52,9 ^{ab}	28,5	15,7 ^a	1536	24206 ^a
		Středně rané	43,0 ^a	49,8 ^a	30,4	18,5 ^b	1527	28465 ^b
Uhřetěves		Rané	46,5^b	53,3^b	29,6	21,2^c	1553	32963^c
		Středně rané	46,0^b	53,2^b	28,9	21,9^c	1554	34185^c
	2012	Rané	49,0^b	56,9^b	29,0	17,8 ^a	1525 ^{ab}	27478 ^a
		Středně rané	48,3^b	53,8^b	29,7	20,3 ^c	1479 ^a	306 ^{bc}
	2013	Rané	44,1 ^a	55,0^b	28,0	17,9 ^{ab}	1603^b	28685 ^{ab}
		Středně rané	42,9 ^a	53,6^b	29,1	19,6^c	1593^b	31297 ^{bc}
	2014	Rané	44,9 ^a	47,0 ^a	30,2	19,5 ^{bc}	1512 ^{ab}	29535 ^{abc}
		Středně rané	42,6 ^a	47,1 ^a	30,2	20,6^c	1543 ^{ab}	31885^c

Odlišná písmena (a,b,..) v indexu u čísel ve sloupcích pro daný ukazatel značí významnost $P < 0,05$. Tučně zvýrazněné hodnoty jsou významně nejvyšší, kurzivou významně nejnižší.

Tab. 5 Podrobný rozbor vlivu lokality, ročníku a ranosti hybridů na nutriční hodnoty, výnos sušiny a potenciální produkci mléka

Lokalita	Rok	Ranost dle FAO	NDF % s.	SNDF %	Škrob % s.	Výnos t s.	Mléko l/t s.	Mléko l/ha
Troubsko	2012	Rané	49 ^{de}	53,7 ^{bcd}	28,7 ^{ab}	11,8 ^a	1476 ^{ab}	17445 ^a
		Středně rané	46 ^{bcd}	46,9 ^{ab}	32,0^b	14,6 ^b	1380 ^a	20125 ^a
	2013	Rané	45 ^{bcd}	57,1 ^{cd}	26,2 ^a	17,3 ^{bc}	1614 ^{bc}	27824 ^b
		Středně rané	44 ^{bc}	54,7 ^{cd}	29,2 ^{ab}	19,6 ^{cde}	1632^c	32082 ^b
	2014	Rané	43 ^{abc}	48,7 ^{abc}	30,1 ^{ab}	19,1 ^{cde}	1549 ^{bc}	29657 ^b
		Středně rané	40 ^a	46,9 ^{ab}	30,2 ^{ab}	21,0 ^e	1549 ^{bc}	32530 ^b
Uhřetěves	2012	Rané	49^{de}	60,8^d	29,3 ^{ab}	25,1^f	1585 ^{bc}	39741^c
		Středně rané	51^e	60,7^d	27,4 ^{ab}	26,1^f	1578 ^{bc}	41154^c
	2013	Rané	43 ^{abc}	53,3 ^{abcd}	29,3 ^{ab}	18,4 ^{cd}	1595 ^{bc}	29354 ^b
		Středně rané	42 ^{ab}	52,2 ^{abc}	28,9 ^{ab}	19,6 ^{cde}	1548 ^{bc}	30370 ^b
	2014	Rané	47 ^{cde}	44,9 ^a	30,4 ^{ab}	20,0 ^{cde}	1471 ^{ab}	29397 ^b
		Středně rané	45 ^{bcd}	47,2 ^{ab}	30,2 ^{ab}	20,3 ^{de}	1538 ^{bc}	31294 ^b

Odlišná písmena (a,b,..) v indexu u čísel ve sloupcích pro daný ukazatel značí významnost $P < 0,05$. Tučně zvýrazněné hodnoty jsou významně nejvyšší, kurzivou významně nejnižší.

V tabulkách 4 a 5 je uveden podrobný rozbor vlivu lokality, ročníku a ranosti hybridů na nutriční hodnoty, výnos sušiny a potenciální produkci mléka. Nejvyšší obsah NDF v sušině byl v roce 2012 v Troubsku i v Uhřetěvsi u raných hybridů. Stravitelnost NDF však byla v roce 2012, především v Uhřetěvsi vyšší. Celkově obsah NDF v sušině a stravitelnost NDF vzájemně korelovaly ($r = 0,25$, $P < 0,05$). Vyšší korelační koeficienty byly mezi ročníkem a obsahem NDF v sušině ($-0,5$) i stravitelností NDF ($-0,47$). Obsah NDF v sušině záporně koreloval ($-0,32$) s obsahem škrobu. Tento vztah bylo možné očekávat. Je popsán v mnoha

publikacích, např. Givens a kol. (1995) uvádí $r = -0,89$. Překvapením ovšem bylo, že obsah škrobu v sušině nebyl významný ($P > 0,05$) mezi lokalitami, ročníky a ani mezi raným a středně ranými hybridy. Jediný významný rozdíl byl u obsahu škrobu v sušině zjištěn v Troubsku mezi středně ranými a ranými hybridy v roce 2012 a 2013.

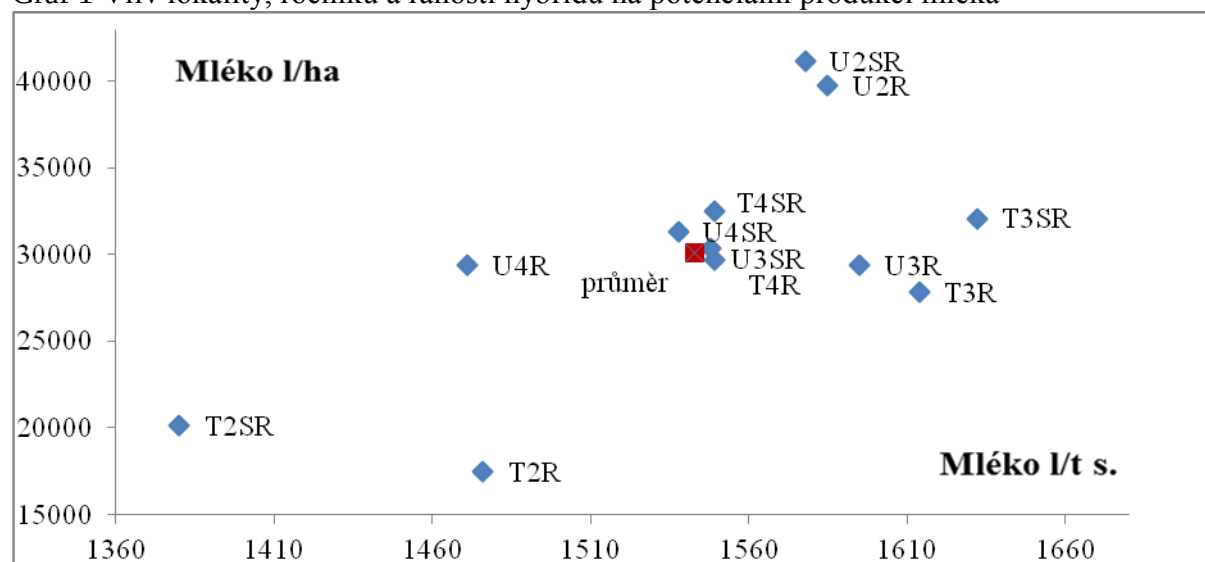
Tab. 6 Korelační koeficienty mezi lokalitami, ročníkem, raností hybridů a nutričními hodnotami, výnosem sušiny a potenciální produkcí mléka

	Lokalita	Rok	Ranost FAO	NDF % s.	SNDF %	Škrob % s.	Výnos t s.	Mléko l/t s.	Mléko l/ha
Lokalita	1,00	0,02	0,00	0,23	0,15	-0,05	0,53	0,10	0,48
Rok		1,00	0,04	-0,50	-0,47	0,09	0,10	0,11	0,10
Ranost	Průměr	SD	1,00	-0,20	-0,12	0,08	0,22	-0,02	0,19
NDF % s.	45,24	4,23		1,00	0,25	-0,32	0,02	-0,30	-0,07
SNDF %	52,19	7,12			1,00	-0,13	0,28	0,66	0,43
Škrob % s.	29,38	3,60				1,00	-0,05	0,13	0,00
Výnos t s.	19,40	4,13					1,00	0,33	0,96
Mléko l/t s.	1542	116						1,00	0,57
Mléko l/ha	30075	7293							1,00

Tučně zvýrazněné hodnoty jsou významné ($P < 0,05$)

Pro hodnocení hybridů jsou ukazatele potenciální produkce mléka stěžejní. Z tabulek a grafů lze snadno vyčíst, který z faktorů měl na potenciální produkci mléka větší vliv. V grafu 1 je uveden podrobnější rozbor všech hybridů. Zde je patrný velký rozdíl ve výsledcích v roce 2012 mezi Troubskem a Uhřetěvesí, způsobený odlišnými vláhovými poměry. V grafech platí, že čím blíže k pravému hornímu rohu, tím lépe.

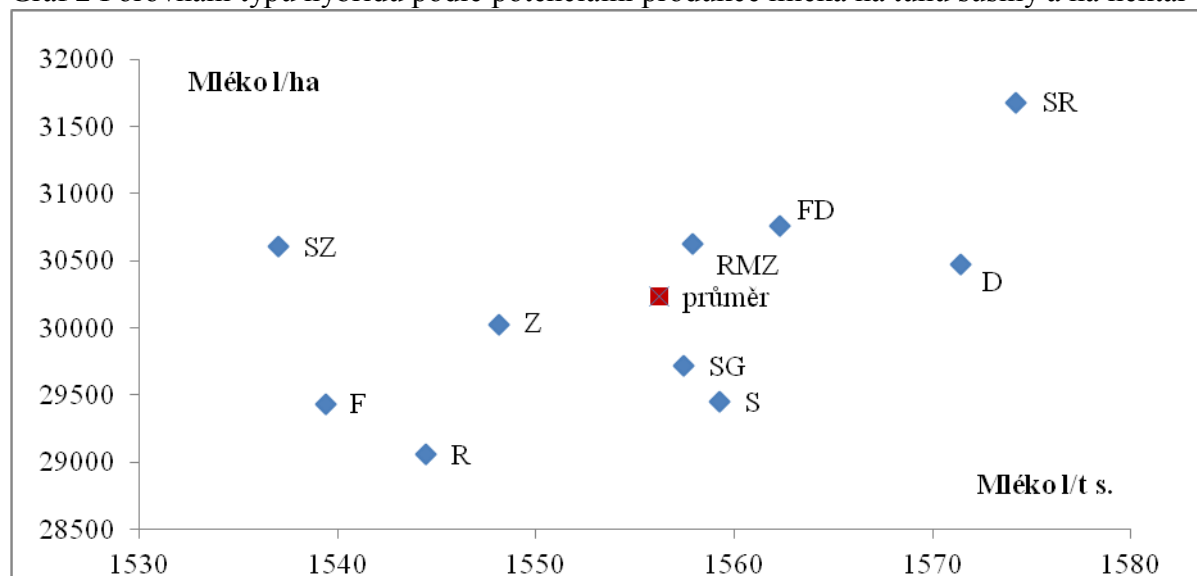
Graf 1 Vliv lokality, ročníku a ranosti hybridů na potenciální produkci mléka



T2R = Troubsko 2012 rané hybridy; T2SR = Troubsko 2012 středně rané; T3R = Troubsko 2013 rané; T3SR = Troubsko 2013 středně rané; T4R = Troubsko 2014 rané; T4SR = Troubsko 2014 středně rané; U2R = Uhřetěves 2012 rané hybridy; U2SR = Uhřetěves 2012 středně rané; U3R = Uhřetěves 2013 rané; U3SR = Uhřetěves 2013 středně rané; U4R = Uhřetěves 2014 rané; U4SR = Uhřetěves 2014 středně rané;

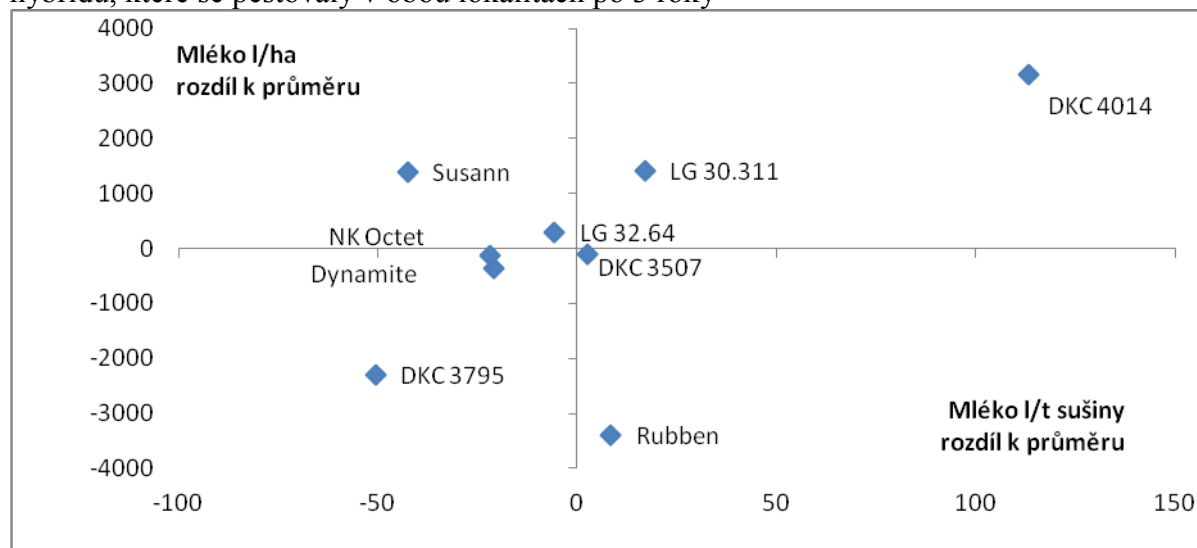
V grafech 2 a 3 jsou uvedeny výsledky testací 9 hybridů kukuřice, které byly v obou lokalitách testovány celé 3 roky. V grafu 2 stojí za povšimnutí umístění hybridů raných (R) a středně raných (SR) a rozdílu mezi hybridy s typem endospermu zrna dent (D) a flint (F).

Graf 2 Porovnání typů hybridů podle potenciální produkce mléka na tunu sušiny a na hektar



R = raný; SR = středně raný; SG = stay-green; RMZ = rovnoměrně zrající; D = endosperm zrna typu dent; F = endosperm zrna typu flint; FD = mezitýp F a D; S = silážní hybrid; Z = zrnový hybrid; SZ = hybrid doporučený pro sklizeň na siláž i na zrno

Graf 3 Porovnání potenciální produkce mléka na tunu sušiny a na hektar u vybraných 9 hybridů, které se pěstovaly v obou lokalitách po 3 roky



Závěr

Z velkého množství zdrojových dat a výsledků byly vybrány jen ty, které dokumentují základní charakteristiky a vztahy mezi typy hybridů. Výsledky jednotlivých hybridů jsou uvedeny jen u těch hybridů, které se opakovaly na obou stanovištích ve všech čtyřech letech pokusů (graf 3), a jen podle potenciální produkce mléka na tunu sušiny a na hektar. Více prostoru pro tuto prezentaci nebylo. Podrobnější výsledky a literární rešerše jsou k dispozici u autorů. Ukázalo se, že nezávislý a jednotný systém hodnocení kvality silážních hybridů kukuřice je funkční a skýtá velmi důležité a potřebné informace pro farmáře, pěstitele a šlechtitele kukuřice, státní správu i další subjekty.

Dedikace

Metodika je výsledkem řešení výzkumného projektu NAZV MZe QJ1210128

Použitá literatura

- Farrell A.D., Gilliland T. J. (2011): Yield and quality of forage maize grown under marginal climatic conditions in Northern Ireland. *Grass and Forage Science*, 66: 214–223.
- Givens D.I., Cottyn B.G., Dewey P.J.S., Steg A. (1995): A comparison of the neutral detergent cellulase method with other laboratory methods for predicting the digestibility in vivo of maize silages from three European countries. *Animal Feed Science and Technology*, 54, 1–4: 55–64.
- Haigh P.M. (1995): Chemical composition and energy value of maize silage made on farms in England and Wales 1984–92. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 60: 281–287.
- Koznarova V., Klabzuba J. (2002): Recommendation of World Meteorological Organization to describing meteorological or climatological conditions. *Rostlinna Vyroba*. 48, 4: 190–192.
- Kruse S., Herrmann A., Kornher A., Taube F. (2008): Evaluation of genotype and environmental variation in fibre content of silage maize using a model-assisted approach. *European Journal of Agronomy*, 28: 210–223.
- Loučka R., Lang J., Jambor V., Nedělník J., Třináctý J., Tyrolová Y., Kučera J. (2014): Verifikovaný metodický postup získávání a zpracování hodnot v národním systému hodnocení silážních hybridů kukuřice. *Certifikovaná metodika*, Troubsko
- Loučka R., Lang J., Jambor V., Nedělník J., Třináctý J., Tyrolová Y., Kučera J. (2015): Kritéria pro výběr hybridů kukuřice na siláž. *Certifikovaná metodika*, Troubsko
- Zeman L., Šimeček K., Krása A., Šimek M., Lossman J., Třináctý J., Rudolfová Š., Veselý P., Háp I., Doležal P., Kráčmar S., Tvrzník P., Michele P., Zemanová D., Šiške V. (1995): *Katalog krmiv*, ČAZ, Pohořelice

Kontaktní adresa:

Ing. Radko Loučka, CSc.
Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i.
Praha Uhřetěves, 104 00 Přátelství 819
loucka.radko@vuzv.cz

PÍCNINY A ZDRAVOTNÍ BEZPEČNOST OBJEMNÝCH KRMIV**Forages and fodder health safety**

Skládanka, J.¹, Knotová, D.², Mlejnková, V.¹, Horký, P.¹, Hodulíková, L.¹, Balabánová, M.¹, Komínková, M.¹, Knot, P.¹, Klusoňová, I.¹, Hloucalová, P.¹, Novotná, M.¹, Hortová, M.¹, Pelikán, J.², Nedělník, J.²

¹Mendelova univerzita v Brně

²Zemědělský výzkum, spol. s r.o. Troubsko

Abstrakt

Obsah mykotoxinů byl hodnocen v zelené píce tříletého experimentu s *Festulolium pabulare*, *Dactylis glomerata*, *Arrhenatherum elatius* a silážích vyrobených z *Festulolium pabulare*, *Festulolium braunii*, *Lolium perenne* a jejich směsí s *Poa pratensis* nebo *Festuca rubra*. Koncem vegetačního období mělo *Festulolium pabulare* nižší ($P < 0,05$) obsah ergosterolu a zearalenonu. Obsah zearalenonu u *Arrhenatherum elatius* překročil koncem vegetačního období 1,5 mg.kg⁻¹ sušiny. Siláže byly vyrobeny z biomasy sklizené v první seči. Obsah mykotoxinů deoxynivalenolu (31,02 – 42,15 ppb) a zearalenonu (4,95 – 48,15 ppb) se v silážích zvýšil až na 167,70, resp. 66,89 ppb. Siláže vyrobené z vojtěšky seté v rámci jednoletého experimentu obsahovaly biogenní aminy histamin, tyramin, putrescin a kadaverin. Kontaminace silážované hmoty zeminou zvýšila celkový obsah biogenních aminů z 1489 mg.kg⁻¹ na 2600 mg.kg⁻¹.

Klíčová slova: mykotoxiny, biogenní aminy, vytrvalé trávy, vojtěška setá

Abstract

Mycotoxins were evaluated in green matter of three-year experiment with *Festulolium pabulare*, *Dactylis glomerata* and *Arrhenatherum elatius* and in silages of three-year experiment with *Festulolium pabulare*, *Festulolium braunii*, *Lolium perenne* and their mixtures with *Poa pratensis* and/or *Festuca rubra*. At the end of the growing season had *Festulolium pabulare* lower ($P < 0.05$) content of ergosterol and zearalenone. Zearalenone content of *Arrhenatherum elatius* at the end of the growing season exceeded the value of 1.5 mg.kg⁻¹ dry matter. Silages were prepared from biomass of first cut. Contents of mycotoxins deoxynivalenol (31.02 – 42.15 ppb) and zearalenone (4.95 – 48.15 ppb) increase to 167.70, resp. 66.89 ppb. Alfalfa silages in one-year experiment contained biogenic amines histamine, tyramine, putrescine and cadaverine. The content of biogenic amines was in uncontaminated silages 1489 mg.kg⁻¹ and in contaminated silages 2600 mg.kg⁻¹.

Key words: mycotoxins, biogenic amines, perennial grasses, alfalfa

Úvod

Každá plodina je v určité míře kontaminována řadou mikroorganismů, které mohou zhoršit zdravotní bezpečnost objemných krmiv (Doležal et al., 2012). Výskyt mikroorganismů v nadzemní hmotě ovlivňuje management, zejména intenzita využívání a aplikace hnojiv (Reverberi et al., 2010). Mikroskopické houby mohou produkovat mykotoxiny, které zapříčiňují zdravotní problémy u hospodářských zvířat a ekonomické ztráty (Opitz von Boberfeld, 1996). Kvantifikovat výskyt plísní je možné prostřednictvím ergosterolu, který patří mezi hlavní steroly produkované nižšími a vyššími houbami (Dohnal et al., 2010). Další mikroorganismy mohou být příčinou dekarboxylace aminokyselin a vzniku biogenních aminů. K zástupcům biogenních aminů patří například histamin, tyramin, putrescin, nebo kadaverin, které mají toxické účinky na buňky (Ladero et al., 2010). Riziko tvorby biogenních aminů může být vyšší v silážích vyrobených z píce bohatých na bílkoviny. V této souvislosti se jedná zejména o vojtěšku setou. Množství biogenních aminů přímo ovlivňuje úroveň proteolýzy, proces degradace proteinů (Komprda et al., 2008).

Cílem práce je vyhodnotit výskyt mykotoxinů v píce trav, posoudit obsah ergosterolu a mykotoxinů v zelené hmotě trav koncem vegetačního období, dále obsah mykotoxinů

v následně vyrobených silážích z první seče trav a obsah biogenních aminů v silážích vojtěšky.

Materiál a metody

Maloparcelkové experimenty s travami byly založeny ve Výzkumné pícninářské stanici Vatín (49°31'N, 15°58'E, 560 m n. m.). Průměrný roční úhrn srážek (1970–2000) byl 617 mm a průměrná roční teplota 6,9 °C. Půdním typem byla kambisol. Přijatelný obsah živin v půdě byl 89,1 mg.kg⁻¹ P, 231,6 mg.kg⁻¹ K a 855 mg.kg⁻¹ Ca, pH bylo 4,76. Porosty v obou experimentech byly hnojeny dávkou 50 kg.ha⁻¹ N v březnu.

Hodnocenými druhy v prvním experimentu bylo *Festulolium pabulare*, odrůda Felina, *Dactylis glomerata*, odrůda Vega a *Arrhenatherum elatius*, odrůda Median. Porosty byly využívány jako dvousečné nebo třísečné. Vzorky byly odebírány z poslední seče, která připadla na říjen, listopad nebo prosinec. Pokus byl založen ve třech opakováních. Velikost pokusných parcel byla 1,5 m x 10 m. Porosty byly sklizeny samojízdným žacíím strojem se záběrem 1,25 m, sklizňová plocha byla 12,5 m². Porost byl sklizen na výšku strniště 0,07 m.

Hodnocenými druhy ve druhém experimentu bylo *Lolium perenne*, odrůda Kentaur, *Festulolium pabulare*, odrůda Felina, *Festulolium braunii*, odrůda Perseus a směs těchto druhů s *Festuca rubra*, odrůda Gondolin a/nebo *Poa pratensis*, odrůda Slezanka. Biomasa z první seče byla silážována ve fázi metání. Pokus byl založen ve třech opakováních. Velikost pokusných parcel byla 1,5 m x 10 m. Porosty byly sklizeny samojízdným žacíím strojem se záběrem 1,25 m, sklizňová plocha byla 12,5 m². Porost byl sklizen na výšku strniště 0,07 m.

Ve třetím experimentu byla hodnocena *Medicago sativa*, odrůda Jarka pěstovaná na pokusných plochách Výzkumného ústavu pícninářského v Troubsku. Biomasa byla silážována ve fázi butonizace.

Siláže byly vyrobeny v pokusných mikrosilážních nádobách o průměru 0,15 m a výšce 0,64 m (Vyskočil et al., 2011). Biomasa o hmotnosti 6 kg byla lisována tlakem 600 kg.m⁻³. Délka řezanky byla 3 cm. Mikrosilážní nádoby byly uchovány při teplotě 25 °C a odebírány po 60 dnech fermentace. Travní biomasa byla silážována po 20 hod zavádání a sušiny 28 – 35 %. Biomasa *Medicago sativa* byla silážována bezprostředně po sklizni při sušiny 18 % a/nebo po zavádnutí na sušinu 25 %. Hodnocena byla nekontaminovaná biomasa a biomasa kontaminovaná 20 g zeminy.

Zearalenon a ergosterol byly v prvním experimentu stanoveny pomocí vysokoúčinné kapalně chromatografie (HPLC), (Dohnal et al., 2010). Ve druhém experimentu byly deoxynivalenol, zearalenon a T-2 toxin stanoveny metodou ELISA (Lancova et al., 2008). Obsah biogenních aminů (histamin, tyramin, putrescin a kadaverin) byl stanoven metodou kapalně chromatografie na přístroji AAA 400 (Cernei et al., 2014).

Získané výsledky byly vyhodnoceny programem Statistica 10.0 CZ. Využita byla vícefaktorová analýza variance (ANOVA).

Výsledky a diskuze

Koncem vegetačního období se zvýšilo riziko napadení travního porostu plísněmi a návazné kontaminace píce mykotoxiny (tab. 1). Nižší ($P < 0,05$) obsah ergosterolu u *Festulolium pabulare* ukazoval na vyšší odolnost kostřavovitých hybridů vůči houbovým patogenům. Naopak vyšší výskyt plísní u *Dactylis glomerata* a *Arrhenatherum elatius* zvýšil riziko

kontaminace píce mykotoxiny. Obsah ergosterolu se postupně zvyšoval ($P < 0,05$) od října do prosince, obdobně byl patrný vyšší ($P < 0,05$) obsah zearalenonu počátkem prosince ve srovnání s říjnem a listopadem. Patrný byl rozdíl mezi hodnocenými roky. V roce 2007 byl zjištěn nejvyšší ($P < 0,05$) obsah ergosterolu, ale obsah zearalenonu byl naopak nejnižší ($P < 0,05$). Výskyt ergosterolu není možné spojit s výskytem mykotoxinů. Vzorky kontaminované plísněmi nemusí být kontaminovány mykotoxiny. Píce o obsahem zearalenonu vyšším než $0,5 \text{ mg.kg}^{-1}$ by neměla být zkrmována (Marasas et al., 1979). Nejvyšší ($P < 0,05$) obsah zearalenonu byl zaznamenán v prosinci u *Arrhenatherum elatius*, kdy bylo dosaženo hodnoty vyšší než $1,5 \text{ mg.kg}^{-1}$ sušiny.

Mykotoxiny kontaminovaly zelenou píci také v průběhu vegetačního období. Obsah deoxynivalenolu byl u *Lolium perenne*, *Festulolium pabulare*, *Festulolium braunii* a jejich směsí od 31,02 do 42,15 ppb (tab. 2). Obsah zearalenonu se pohyboval od 4,95 do 48,15 ppb. Zřejmý byl nižší obsah deoxynivalenolu a zearalenonu u *Festulolium pabulare*. Pozoruhodný je nárůst obsahu mykotoxinů v silážích ze zavadlé píce. Obsah deoxynivalenolu v silážích se zvýšil až na 167,70 ppb a obsah zearalenonu až na 66,89 ppb. Obsah T-2 toxinu se v silážích výrazně nezvyšoval a jeho obsah byl srovnatelný se zelenou hmotou. Naše výsledky potvrzují závěry Driehuse (2013), který v silážích zjistil zvýšení obsahu fusáriových mykotoxinů deoxynivalenolu a zearalenonu. Výrazné zvýšení obsahu mykotoxinů v silážích mohlo být způsobeno vyšší teplotou po uzavření sila. Zvýšení teploty představuje stresový faktor, který může zapříčinit vyšší produkci mykotoxinů. Plísně patří mezi aerobní mikroorganismy a aerobní fáze může trvat v závislosti na úrovni utužení silážované hmoty ještě několik dní. Dodržení technologických procesů, jako je délka řezanky a maximální utužení silážované hmoty, je nejlepší prevencí vůči zvyšování obsahu mykotoxinů v silážích.

Kontaminace silážované biomasy zeminou zvýšila riziko výskytu mikroorganismů, které mají přímou souvislost s vyšším obsahem biogenních aminů. Siláže kontaminované zeminou (tab. 3) měly vyšší obsah histaminu, tyraminu, putrescinu a kadaverinu. Celkový obsah biogenních aminů byl vyšší také v silážích vojtěšky s nízkou sušinou. Kromě dodržení technologických zásad může ke snížení obsahu biogenních aminů v silážích přispět použití chemických konzervantů (Steidlova et al., 2004).

Tab. 1 Obsah ergosterolu a zearalenonu (mg.kg^{-1} sušiny) v zelené hmotě víceletých trav na konci vegetačního období v říjnu, listopadu a prosinci v letech 2005 až 2007

Faktor	Ergosterol	Zearalenon
Travní druh		
<i>Festulolium pabulare</i>	110,04 ^a	0,357 ^a
<i>Dactylis glomerata</i>	145,73 ^b	0,291 ^a
<i>Arrhenatherum elatius</i>	139,55 ^b	1,554 ^b
Termín sklizně		
Říjen	57,68 ^a	0,400 ^a
Listopad	83,37 ^b	0,213 ^a
Prosinec	254,26 ^c	1,588 ^b
Rok		
2005	116,24 ^a	0,638 ^a
2006	113,79 ^a	1,554 ^b
2007	165,29 ^b	0,009 ^c

Mezi průměry s různými indexy (^{a,b,c}) ve sloupcích jsou průkazné rozdíly na hladině $P < 0,05$

Tab. 2 Obsah deoxynivalenolu, zearalenonu a T-2 toxinu (ppb) v zelené hmotě a silážích z první seče vícelých trav, průměrné hodnoty z let 2008 - 2010

Faktor	Deoxynivalenol			Zearalenon			T-2 toxin		
	Zelená hmota	Siláž	Rel.%	Zelená hmota	Siláž	Rel.%	Zelená hmota	Siláž	Rel.%
<i>Lolium perenne</i>	41,03	141,39	344,6	17,06	66,07	387,3	24,80	20,37	82,1
<i>Festulolium pabulare</i>	31,02	156,73	505,2	4,95	47,92	968,0	24,19	45,19	186,8
<i>Festulolium braunii</i>	36,98	143,60	388,3	36,45	46,34	127,1	24,94	43,04	172,6
Směs s <i>F. rubra</i>	42,15	161,97	384,3	47,37	66,89	141,2	30,40	38,58	126,9
Směs s <i>P. pratensis</i>	40,19	167,70	417,3	48,15	54,46	113,1	29,98	19,96	66,6

Tab. 3 Obsah histaminu, tyraminu, putrescinu, kadaverinu a celkový obsah biogenních aminů (mg.kg^{-1}) v silážích vojtěšky seté nekontaminované a kontaminované zeminou a silážované při různé sušině v roce 2014

Faktor	Histamin	Tyramin	Putrescin	Kadaverin	Biogenní aminy
Kontaminace					
Nekontaminovaná	11,17	765,83	322,00	121,17	1489,83
Kontaminovaná	37,50	1499,83	701,50	128,50	2600,67
Zavadání					
Nezavadlá	11,50	1590,00	504,00	85,00	2460,83
Zavadlá	37,17	675,67	519,50	164,67	1629,67

Závěr

Mikroskopické houby se v travních porostech rozvíjí po celé vegetační období. Výskyt plísní je možné kvantifikovat pomocí ergosterolu. Na základě obsahu ergosterolu je možné konstatovat, že hybridy trav vzniklé křížením košťavy rákosovité a jílku mnohokvětého jsou odolnější vůči houbovým chorobám. Píce z porostů napadených plísněmi může být kontaminována zearalenonem, deoxynivalenolem a T-2 toxinem. Obsah ergosterolu je vysoký zejména na konci vegetačního období, kdy se zvyšuje od října do prosince. Koncem vegetačního období může u travních porostů obsah zearalenonu překročit hranici toxicity. Mykotoxiny může být kontaminována také píce z první seče. Mykotoxiny následně přechází do siláží. V závislosti na dodržení technologických zásad při konzervaci může dojít k dalšímu navýšení obsahu mykotoxinů přímo v siláži. Mykotoxiny přitom nejsou jediným rizikem v objemných krmivech. Siláže mohou být kontaminovány biogenními aminy. Píce kontaminovaná zeminou a s nízkým obsahem sušiny může mít vysoký obsah tyraminu. Kontaminace píce zeminou může vést také k vysokému obsahu histaminu putrescinu a kadaverinu.

Dedikace

Tato práce vznikla s podporou grantu QJ1310100 „Vývoj a optimalizace metod stanovení biogenních aminů v návaznosti na zvýšení zdravotní bezpečnosti siláží“ financovaného Národní agenturou pro zemědělský výzkum (NAZV).

Použitá literatura

- CERNEI, N., HEGER, Z., KOPEL, P., SKLÁDANKA, J., ZÍTKA, O., ADAM, V., KIZEK, R. Isolation of Biogenic Amines Using Paramagnetic Microparticles Off-Line Coupled with Ion Exchange Liquid Chromatography. *Chromatographia*. 2014, 77, 1451-1459.
- DOHNAL, V., JEZKOVA, A., PAVLIKOVA, L., MUSILEK, K., JUN, D., KUČA, K. Fluctuation in the ergosterol and deoxynivalenol content in barley and malt during malting process. *Anal. Bioanal. Chem.* 2010, 397, 109-114.
- DOLEŽAL, P., DVOŘÁČEK, J., LOUČKA, R., MIKYSKA, F., MUDŘÍK, Z., BOBERFELD, O., PROKEŠ, K., PŘIKRYL, J., SKLÁDANKA, J., STRAKOVÁ, E., SUCHÝ, P., SZWEDZIAK, K., TUKIENDORF, M., ZEMAN, L., ČERVINKA, J. Konzervace krmiv a jejich využití ve výživě zvířat. 1. vydání. Olomouc: Vydavatelství Petr Baštan, 2012. 308 s.
- DRIEHUIS, F. Silage and the safety and quality of dairy foods: A review. *Agric. Food Sci.* 2013, 22, 16-34.
- KOMPRDA T., BURDYCHOVÁ R., DOHNAL V., CWIKOVÁ O., SLÁDKOVÁ P., DVORÁČKOVÁ H. Tyramine production in Dutch-type semi-hard cheese from two different producers. *Food Microbiology*. 2008, 25(2), 219-227.
- LADERO V., CALLES-ENRÍQUEZ M., FERNÁNDEZ M., ALVAREZ M. A. Toxicological effects of dietary biogenic amines. *Current Nutrition & Food Science*. 2010, 6, 145-156.
- LANCOVA, K., HAJŠLOVA, J., KOSTELANSKA, M., KOHOUTKOVA, J., NEDELNIK, J., MORAVCOVA, H., VANOVA, M. Fate of trichothecene mycotoxins during the processing: Milling and baking. *Food Addit. Contam.* 2008, 25, 650-659.
- MARASAS, W.F.O., VANRENSBURG, S.J., MIROCHA, C.J. Incidence of fusarium species and the mycotoxins, deoxynivalenol and zearalenone, in corn produced in esophageal cancer areas in Transkei. *J. Agric. Food Chem.* 1979, 27, 1108-1112.
- OPITZ VON BOBERFELD, W. Changes of the quality including mycotoxin problems of the primary growth of a hay meadow - Arrhenatherion elatioris. *Agribiol. Res.-Z. Agrarbiol. Agrik.chem. Okol.* 1996, 49, 52-62.
- REVERBERI, M., RICELLI, A., ZJALIC, S., FABBRI, A. A., FANELLI, C. Natural functions of mycotoxins and control of their biosynthesis in fungi. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 2010, 87, 899-911.
- STEIDLOVA S., KALAC P. The effects of lactic acid bacteria inoculants and formic acid on the formation of biogenic amines in grass silages. *Arch. für Tierer.* 2004, 3, 245-254.
- VYSKOČIL I., SKLÁDANKA J., DOLEŽAL P., HAVLÍČEK Z., SLÁMA P. Metodika výroby experimentálních mikrosiláží. Certifikovaná metodika. 2011.

Kontaktní adresa:

doc. Ing. Jiří Skládanka, Ph.D.
Mendelova univerzita v Brně
Zemědělská 1, 613 00 Brno
jiri.skladanka@mendelu.cz

FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ STRAVITELNOST ŠKROBU KUKUŘIČNÉ SILÁŽE

Factors affecting the starch digestibility of corn silage

Třináctý J.¹, Nedělník J.¹, Lang J.¹, Loučka R.², Tyrolová Y.², Kučera J.³

¹Zemědělský výzkum, spol. s r.o. Troubsko

²Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i. Praha Uhřetěves

³Svaz chovatelů strakatého skotu Praha

Abstrakt

V experimentu byly použity dva hybridy kukuřice s odlišným typem endospermu: dent a semi-flint. Odběr vzorků celých rostlin proběhl ve dvou fázích zralosti podle mléčné linie (ML): ½ ML a ¾ ML. Sušina celých rostlin byla zjištěna u hybridu dent při ½ ML 32,58, při ¾ ML to bylo 39,94 %. U hybridu semi-flint 32,82 a 40,16 %, respektive. Odpovídající hodnoty efektivní degradovatelnosti byly při ½ ML 68,82, při ¾ ML 65,35 %, při ½ ML 66,43, při ¾ ML 60,66 %, respektive, signifikantně nižší byla pouze hodnota 60,66 % ($P < 0,01$). Hodnoty celkové stravitelnosti byly zjištěny 87,90 a 86,34 %, resp. 83,90 a 77,97 %, signifikantně nižší byla hodnota 77,97 % ($P < 0,001$).

Klíčová slova: hybrid; dent; semi-flint; degradovatelnost; fáze zralosti

Abstract

Two types of maize hybrids – dent and semi-flint were used in the experiment. Harvest of whole plants were done in two phases of mature when there were ½ milk line (ML) and ¾ ML. Content of dry matter for dent hybrid at whole plant samples was found at ½ ML 32.58 % at ¾ ML it was 39.94 %. At hybrid semi-flint it was 32.82 and 40.16 %. Relevant values of effective degradability were 68.82 and 65.35 % or 66.43 and 60.66 %, resp., significantly low was only value 60.66 % ($P < 0.01$). Values of total tract digestibility were found 87.90 and 86.34 % or 83.90 and 77.97 %, resp., significantly low was only value 77.97 % ($P < 0.001$).

Key words: hybrid; dent; semi-flint; degradability; maturity phase

Úvod

Stravitelnost škrobu kukuřičné siláže je ovlivněna interakcí dvou hlavních faktorů, velikostí částic a sklovitostí, tj. podílem sklovitého endospermu v zrna. Velikost částic je daná technologií sklizně kukuřičné hmoty (použití nebo nepoužití corncrakru), sklovitost endospermu je ovlivněna typem zrna (dent vs. semi-flint) a zralostí (se stářím rostliny se zvyšuje podíl sklovitého endospermu). Větší částice zrn a vyšší sklovitost snižují ruminální i celotraktovou stravitelnost. Cílem prezentovaného experimentu bylo s využitím metody *in situ* (ruminální degradovatelnost) a kombinované *in situ–in vitro* metody (celotraktová stravitelnost) prokázat vliv typu endospermu (dent vs. semi-flint) a zralosti zrna kukuřice na ruminální degradovatelnost a celotraktovou stravitelnost škrobu.

Materiál a metodika

V experimentu byly použity dva hybridy kukuřice (*Zea mays*, L.) od společnosti Monsanto lišící se ve struktuře endospermu a stádiu zralosti: DKC 4014 (FAO 300, dent) a DKC 3507 (FAO 270, semi-flint). Oba hybridy byly vysety ve stejném termínu (26. dubna). Odběr vzorků celých rostlin proběhl ve dvou fázích zralosti charakterizované mléčnou linií (ML) ½ ML a ¾ ML. V souvislosti s odlišným číslem FAO (charakterizující ranost hybridu) byl odběr vzorků v případě hybridu typu dent proveden 137 a 161 dní po vysetí, u typu semi-flint 130 a 154 dní po vysetí.

Ze sklizených vzorků celých rostlin bylo odebráno 16 palic, které byly odzrněny a oddělená zrna byla do zpracování zamražena. Po jejich rozmrazení byla sušena při 55 °C po dobu 48 hodin. U neporušených zrn byla stanovena sklovitost s použitím manuální metody dle Correa

et al. (2002). Jednotlivé podíly vzorků byly pomlety přes síto s otvory 1 nebo 6 mm. Vzorky 1 mm byly použity na stanovení obsahu sušiny dle postupu uvedeném v rámci Nařízení Komise (ES) (Commission Regulation, 2009) a škrobu za použití modifikované metody dle Ehrmanové (1996). Vzorky namleté přes 6 mm síto byly použity na stanovení degradovatelnosti v bacheru a celotraktové stravitelnosti škrobu.

Degradovatelnost škrobu v bacheru byla stanovena metodou *in situ* s použitím dvou zaprahých holštýnských dojnic opatřených ruminální kanylou. Dojnice byly krmeny lučným senem (*ad libitum*) a 2 kg doplňkové směsi s celkovým denním příjmem sušiny ve výši cca 8 kg. Přibližně 2,5 g pomletého (6 mm) vzorku zrna bylo naváženo do nylonových sáčků (5 x 10 cm) s velikostí pórů 42 μ m (Uhelon 130 T). Inkubační doba v bacheru činila 3, 6, 9, 15, 24, a 48 h. Bylo inkubováno 8 nylonových sáčků (dvě opakování x dvě krávy x dvě inkubace) za každý inkubační čas, typ endospermu a zralost s použitím nosiče dle Trínáctý et al. (1996). Efektivní degradovatelnost škrobu (ED6) při výtokové rychlosti 0,06 h⁻¹ (INRA, 1989) byla vypočtena podle rovnice Orskov a McDonald (1979). Celotraktová stravitelnost škrobu (TTStD) byla stanovena kombinovanou *in situ-in vitro* metodou dle Calsamiglia a Stern (1995) a Ngonyamo-Majee et al. (2008). Intestinální stravitelnost škrobu (IStD) byla vypočítána z průměrných hodnot ED6 a TTStD na základě následujícího vztahu: IStD (%) = 100 x (TTStD – ED6)/(100 – ED6).

Statistická analýza: Obsah sušiny, škrobu a sklovitost byly vyhodnoceny analýzou variance s použitím GLM postupu Statistica 7 (StatSoft, Inc., USA) s dvěma hlavními faktory: typ endospermu a zralost. ED6 a TTStD byla hodnocena ve faktoriálním modelu se čtyřmi hlavními faktory: zvíře, inkubační doba, typ endospermu a zralost za použití GLM postupu výše uvedeného statistického softwaru. Průměry všech výše uvedených parametrů byly porovnány s použitím Fisherova LSD (nejmenší signifikantní rozdíl) post hoc testu. Hodnoty IStD nebyly statisticky porovnány.

Výsledky a diskuse

Obsah škrobu byl srovnatelný bez ohledu na typ endospermu a zralost s výjimkou typu semi-flint se zralostí ½ ML (70,23 % sušiny), který byl nižší ($P < 0,01$) než všechny jiné varianty v rozsahu od 72,55 do 74,60 % sušiny (Tab. 1). Sklovitost byla u hybridu typu dent nižší než u typu semi-flint ($P < 0,001$) s podobnou tendencí, jak uvádí Philippeau et al. (1998) a Philippeau et al. (2000). V našem experimentu byly zjištěny významné rozdíly ve sklovitosti mezi zralostmi ½ a ¾ ML ($P < 0,001$) ve shodě s Philippeau a Michalet-Doreau (1997). Jak je zřejmé z Tab. 1, u hybridu typu semi-flint lze vidět vyšší nárůst sklovitosti.

U bacherové degradovatelnosti škrobu (ED6, Tab. 2) byla v našem experimentu ve většině případů zjištěna pouhá tendence k nižším hodnotám u vzorků zrn kukuřice s vyšší sklovitostí způsobenou ať už typem endospermu nebo zralostí. Signifikantně ($P < 0,01$) nižší hodnota (60,66 %) byla nalezena pouze u zrna typu semi-flint ve vyšším stupni zralosti (¾ ML). Uvedené hodnotě ED6 u tohoto hybridu odpovídala také nejvyšší sklovitost (80,85 %).

TTStD byl ovlivněn oběma faktory (typ endospermu, zralost) s vysokou úrovní významnosti, mezi oběma faktory byla zjištěna prokazatelná interakce. Vyšší ($P < 0,05$) průměrná hodnota TTStD byla zjištěna u typu dent (87,12 %) ve srovnání s typem semi-flint (80,94 %), a u zrn v nižším stupni zralosti (85,90 %) v porovnání s později sklizenými vzorky (82,16 %, $P < 0,01$). Zatímco v případě zrna typu dent nebyl pokles parametru TTStD v důsledku vyšší zralosti (¾ ML) prakticky zaznamenán, u typu semi-flint byl tak jako v případě ED6 zjištěn významný pokles odpovídající nejvyšší hodnotě sklovitosti 80,85 %.

Parametr IStD byl vypočítán z průměrných hodnot ED6 a TTStD. Z Tab. 2 vyplývá tendence tohoto parametru k nižším hodnotám u typu semi-flint ve srovnání s typem dent, a jak bylo již zjištěno v případě ED6 a TTStD, lze u typu zrna semi-flint zaznamenat silný pokles uvedeného parametru u vyššího stupně zralosti (¾ ML). Jak je zřejmé z Grafu 1, u typu zrna

semi-flint byly zjištěny u škrobu nižší hodnoty ruminální degradovatelnosti, intestinální stravitelnosti a celotraktové stravitelnosti, přičemž pokles uvedených parametrů z důvodu vyšší zralosti je u tohoto typu zrna výraznější.

Závěr

V experimentu byl potvrzen vliv typu endospermu a zralosti kukuřice (v běžném rozpětí zralosti pro silážování) na změnu sklovitosti, která následně ovlivnila ruminální, intestinální a tím i celotraktovou stravitelnost škrobu. Z hlediska praxe lze proto při sklizni hybridů kukuřice typu semi-flint a flint nad optimálním rozpětím sklizňové sušiny (blížící se 40 %) očekávat pokles celotraktové stravitelnosti škrobu. Na částečnou eliminaci těchto negativních faktorů je nutné zmenšit částice škrobu, tedy použít corn cracker.

Dedikace

Práce je výsledkem řešení výzkumného projektu NAZV MZe QJ1210128.

Literatura

- Calsamiglia S., Stern M.D. (1995). A three-step in-vitro procedure for estimating intestinal digestion of protein in ruminants. *Journal of Animal Science*, 73, 1459–1465.
- Commission Regulation (2009): Commission Regulation (EC) No 152/2009 of 27 January 2009 laying down the methods of sampling and analysis for the official control of feed. *Official Journal of the European Union*, L54, 1-130.
- Correa C.E., Shaver R.D., Pereira M.N., Lauer J.G., Kohn K. (2002): Relationship between corn vitreousness and ruminal *in situ* starch degradability. *Journal of Dairy Science*, 85, 3008-3012.
- Ehrman T. (1996): Determination of starch in biomass samples by chemical solubilization and enzymatic digestion. LAP-016. Department of Energy, National Bioenergy Center, Washington DC, USA.
- INRA (1989): Ruminant Nutrition: Recommended Allowances and Feed Tables. John Libbey Eurotext, London, UK, 389.
- Ngonyamo-Majee D., Shaver R.D., Coors J.G., Sapienza D., Lauer J.G. (2008): Relationships between kernel vitreousness and dry matter degradability for diverse corn germplasm II. Ruminal and post-ruminal degradabilities. *Animal Feed Science and Technology*, 142, 259-274.
- Ørskov E.R., McDonald I. (1979): The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighed according to rate of passage. *Journal of Agricultural Science*, 92, 499–503.
- Philippeau C., Michalet-Doreau, B. (1997): Influence of genotype and stage of maturity of maize on rate of ruminal starch degradation. *Animal Feed Science Technology*, 68, 25-35.
- Philippeau C., Landry J., Michalet-Doreau B. (1998): Influence of the Biochemical and Physical Characteristics of the Maize Grain on Ruminal Starch Degradation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46, 4287-4291.
- Philippeau C., Landry J., Michalet-Doreau B. (2000): Influence of the protein distribution of maize endosperm on ruminal starch degradability. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80, 404–408.
- Trínáctý J., Šimek M., Komprda T. (1996): The influence of a nylon bag carrier on alfalfa crude protein degradability. *Animal Feed Science and Technology*, 57, 129-137.

Tabulka 1. Vliv typu endospermu a zralosti zrn hybridů kukuřice na obsah škrobu a sklovitost

Položka	Dent		Semi-flint		SEM	P-hodnoty		
	1/2 ML	3/4 ML	1/2 ML	3/4 ML		Endosp.	Zralost	Endosp. x Zralost
Sušina celé rostliny (% p.h.) ¹	32,58	39,94	32,82	40,16	(n=2)	-	-	-
Sušina zrna (% p.h.) ¹	54,09	62,51	52,31	61,11	(n=2)	-	-	-
Škrob (% sušiny)	72,55 ^a	74,60 ^a	70,23 ^b	72,96 ^a	8,2 (n=3)	<0,001	0,043	0,686
Sklovitost (%)	60,45 ^c	65,74 ^{bc}	69,27 ^b	80,85 ^a	1,94 (n=10)	<0,001	<0,001	0,114

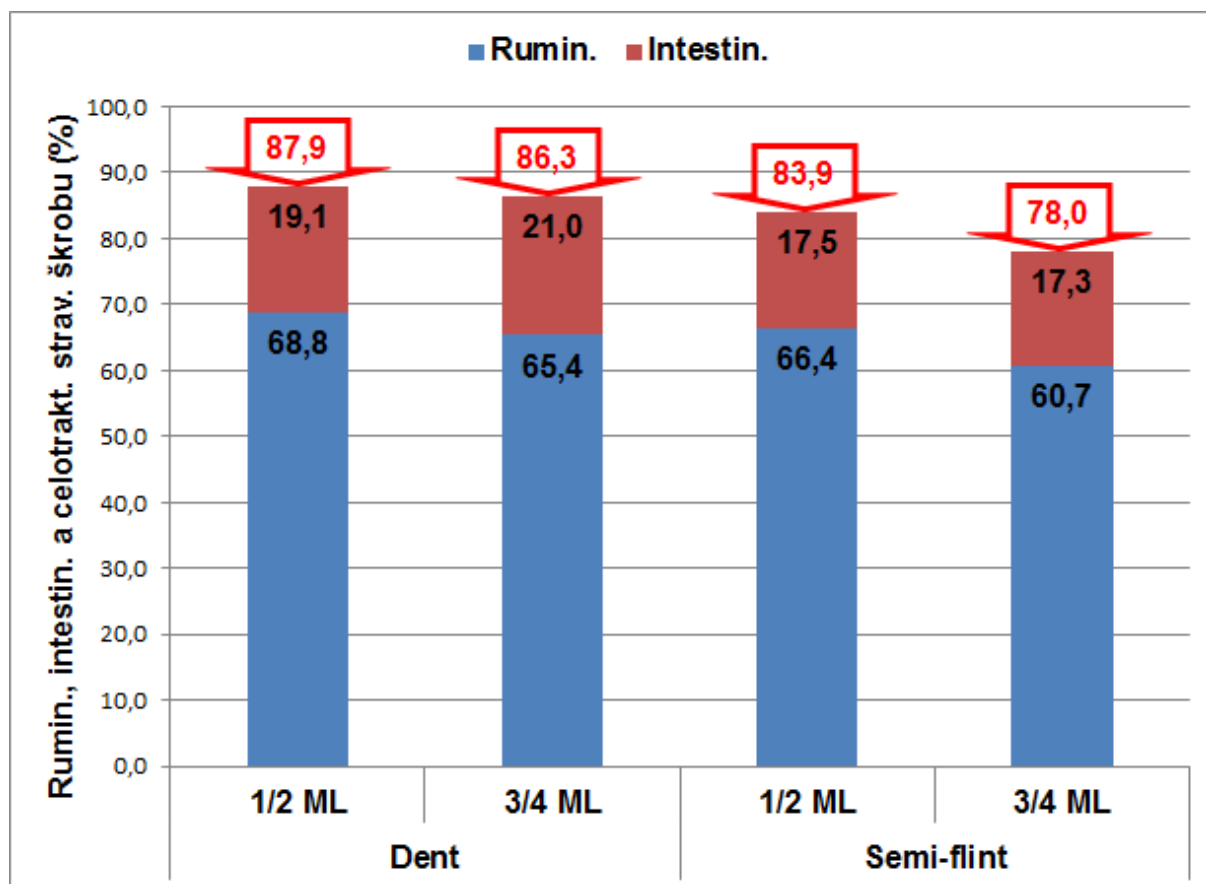
¹vyjádřeno v procentech původní hmoty^{a,b,c} průměry ve stejném řádku označené různými písmeny jsou signifikantně rozdílné

Tabulka 2. Vliv typu endospermu a zralosti zrn hybridů kukuřice na ruminální efektivní degradovatelnost a celotraktovou stravitelnost škrobu

Položka	Dent		Semi-flint		SEM	P-hodnoty		
	1/2 ML	3/4 ML	1/2 ML	3/4 ML		Endosp.	Zralost	Endosp. x Zralost
ED6 ¹ (%)	68,82 ^a	65,35 ^a	66,43 ^a	60,66 ^b	1,27 (n=3)	0,026	0,008	0,374
TTStD ² (%)	87,90 ^a	86,34 ^{ab}	83,90 ^b	77,97 ^c	1,02 (n=6)	<0,001	0,001	0,035
IStD ³ (%)	61,19	60,58	52,04	44,00	-	-	-	-

¹efektivní ruminální degradovatelnost při výtokové rychlosti tráveniny kp = 6 %,²celotraktová stravitelnost škrobu³intestinální stravitelnost škrobu (vypočítaná z průměrných hodnot ED6 a TTStD)^{a,b,c} průměry ve stejném řádku označené různými písmeny jsou signifikantně rozdílné

Graf 1. Vliv typu endospermu a zralosti zrn hybridů kukuřice na ruminální, intestinální a celotraktovou stravitelnost škrobu (šipky = celotrakt. strav.)



Kontaktní adresa:

Dr. Ing. Třináctý Jiří
 Zemědělský výzkum, spol. s r.o.
 Zahradní 1, 664 41 Troubsko
trinactyjiri@email.cz

IDENTIFIKACE V ČR REGISTROVANÝCH ODRŮD TRITIKALE POMOCÍ ELEKTROFORÉZY ZÁSObNÍCH BÍLKOVIN

Identification of triticale varieties certified in the Czech Republic by storage protein electrophoresis

Bradová J., Nesvadba Z. Dvořáček V.

Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Praha

Abstrakt

Dvacet jedna registrovaných odrůd tritikale bylo analyzováno metodou škrobové gelové elektroforézy prolaminů. Byl určen vnitroodrůdový a meziodrůdový polymorfismus odrůd. Byla vytvořena a popsána etalonová elektroforetická spektra prolaminových bílkovin odrůd tritikale. Soubor etalonových spekter umožňuje spolehlivou identifikaci odrůd využitelnou v praxi ke kontrole odrůdové čistoty a odrůdové pravosti.

Klíčová slova: tritikale, odrůda, identifikace, prolamin, elektroforéza

Abstract

Twenty-one triticale varieties certified in the Czech Republic were analyzed by starch gel electrophoresis of prolamin proteins. Inter- and intra-varietal polymorphism of the evaluated varieties was determined. The standard electrophoretic profiles of variety prolamin proteins were specified. It allows the reliable identification of varieties utilizable in the check of variety purity and variety authenticity.

Key words: triticale, variety, identification, prolamin, electrophoresis

Úvod

Odrůda je jedním z nejvýznamnějších faktorů rozvoje zemědělství, je tzv. "nositel" kvality. Význam rychlého a spolehlivého určení odrůd je podmiňován odlišností odrůd v řadě hospodářsky významných vlastností. Každá odrůda se vyznačuje specifickým souborem vlastností, které rozhodují o jejím využití (Sýkorová a Bradová, 2007). Je proto v zájmu výrobců osiva a sadby i v zájmu pěstitelů, nákupu, zpracovatelského průmyslu, vnitřního a zahraničního obchodu používat jen správně zvolené a spolehlivě určené odrůdy.

Tritikale je důležitou krmnou plodinou a je ekonomicky zajímavé především pro oblasti s horšími pěstebními podmínkami (Vyhnánek a Bednář, 2005). V současné době je ve Státní odrůdové knize zapsáno 21 odrůd tritikale (ÚKZÚZ, 2015), kde podle původu převládají odrůdy polské a německé. Odrůdy tritikale se vyznačují variabilitou celé řady kvalitativních parametrů (Horáková a kol., 2015) a jejich efektivní využívání je tudíž spojeno s jejich identifikací a vzájemným rozlišením.

Cílem práce bylo vytvořit katalog etalonových spekter prolaminů využitelný k rutinní identifikaci v ČR registrovaných odrůd tritikale.

Materiál a Metody

Hodnocený soubor obsahoval celkem 21 odrůd tritikale zapsaných ve Státní odrůdové knize ke dni 15. 6. 2014. Analyzované vzorky zrna pocházely z kolekcí Genové banky VÚRV, Praha. K hodnocení polymorfismu prolaminových bílkovin metodou vertikální elektroforézy ve sloupcích škrobového gelu (SGE), (ČSN 46 1085-1, 1998) bylo použito 30 náhodně odebraných zrn ze vzorku každé odrůdy. Výsledná elektroforetická spektra byla charakterizována relativní elektroforetickou mobilitou (REM) a relativní intenzitou zbarvení (stupnice 1 – 5) jednotlivých bílkovinných pruhů. Jako referenční odrůda byla použita odrůda ozimé pšenice Bohemia (Bradová a Šásek, 2007). K vyhodnocení elektroforetických spekter a

vytvoření dendrogramu byl použit statistický program MVSP 3.13. Ke kalkulaci podobnosti mezi odrůdami byl využit Nei & Li podobnostní koeficient (Kovach, 1999).

Výsledky a diskuze

Různé postupy elektroforézy zásobních bílkovin se běžně využívají k identifikaci odrůd pšenice (Bradová a Šásek, 2007), ječmene (Tomka a kol., 2015) a ovsu (Polišenská a kol., 2011). K analýze polymorfismu zásobních bílkovin odrůd tritikale se využívají elektroforetické metody výhradně na základě polyakrylamidových nosičů (Vyhnánek a Bednář, 2005; Amiour a kol., 2002), jejichž primární chemické komponenty (akrylamid a bisakrylamid) představují značné zdravotní riziko pro použití v běžné praxi. Naše práce byla zaměřena na identifikaci odrůd tritikale s použitím metody škrobové gelové elektroforézy (SGE), která toto riziko eliminuje (Černý a Šásek, 1998). Pro identifikaci odrůd elektroforetickou analýzou zásobních bílkovin je nezbytná znalost jejich vnitroodrůdového a meziodrůdového polymorfismu v elektroforetické skladbě bílkovinných genetických markerů (Černý a Šásek, 1998).

Vnitroodrůdový polymorfismus prolaminových bílkovin hodnocených odrůd tritikale

Odrůdy tritikale lze charakterizovat jako čisté linie, homogenní ve skladbě prolaminů (jednoliniové), či jako odrůdy heterogenní resp. polymorfní, kdy je jejich genetická struktura dána počtem bílkovinných linií a jejich podílem v odrůdě (Vyhnánek a Bednář, 2005). Přehled hodnocených odrůd, počet zjištěných bílkovinných linií a jejich relativní zastoupení v odrůdě je uvedeno v Tabulce 1.

Tabulka 1: Přehled hodnocených odrůd tritikale

Název odrůdy	Typ	Rok registrace	Původ	Pedigree	Prolaminové bílkoviny	
					Detekované linie	Podíl v odrůdě (%)
Odrůdy homogenní - jednoliniové						
Dublet	jarní	2008	PL	TJ 28/90 x TJ 53/90	A	100
Nagano	jarní	2012	PL	-	A	100
Agrano	ozimý	2008	DE	(3105 92 x Lasco) x 3549 91	A	100
Algoso	ozimý	2010	PL	Moreno x LAD 1588-84	A	100
Baltiko	ozimý	2011	PL	DED 1048/91 x DAD 2132/92	A	100
Cando	ozimý	2008	NL	Caio x Ekono	A	100
Inpetto	ozimý	2007	NL	Modus x (Fidelio x Ego)	A	100
Kvido	ozimý	2014	CZ	SZD107 x Fanto	A	100
Modus	ozimý	1998	DE	(35-7610 x AD 206) x CT 93-76	A	100
Mungis	ozimý	2008	DE	(Modus x LP 557191) x FD 572	A	100
Securo	ozimý	2013	DE	(TIW 302 x 3019.09) x Lamberto	A	100
Todan	ozimý	2008	PL	MAH 17623-1 x MAH 16514	A	100
Trigold	ozimý	2009	DE	LP 10009.1.93 x LP 9875.4.94	A	100
Tulus	ozimý	2009	DE	NORD 00-362 x NORD 00-369	A	100
Odrůdy heterogenní - víceliniové						
Agostino	ozimý	2011	DE	SW Talentro x (Fidelio x Galtjo)	A / B	90/10
Amarillo 105	ozimý	2011	DE	Babor x Alamo	A / B	80/20
Gutek	ozimý	2005	PL	MAH 19202 x MAH 19267	A / B	90/10
Hortenso	ozimý	2008	PL	Moreno x Ugo	A / B	77/23
Kolor	ozimý	1996	CZ	Bokolo x ADD 6-69	A / B	63/33
SW Talentro	ozimý	2007	NL	(Pinokio x Ego) x Falko	A / B	90/10
Pawo	ozimý	2008	PL	(MAH 16118-6 x LAD 407-88)	A / B / C / D	80 / 14 / 3 / 3

Z Tabulky 1 je patrné, že z celkového počtu 21 odrůd tritikale se 14 odrůd (66,7 %) vyznačovalo jedním typem elektroforetického spektra prolaminů, tzn., že byla nalezena pouze jedna bílkovinná linie (A) ve stoprocentním zastoupení. Podíl heterogenních odrůd činil ve studovaném souboru 33,3 %, z toho u šesti odrůd byly detekovány metodou elektroforézy dvě bílkovinné linie (A; B) v různém procentickém zastoupení. Pouze u odrůdy Pawo byly zjištěny 4 bílkovinné linie A, B, C a D, kdy linie A tvořila 80%, linie B 14%, linie C 3% a linie D 3% odrůdy.

Většinu heterogenních odrůd tvořily sesterské bílkovinné linie, kdy koeficient podobnosti elektroforetických spekter prolaminů jednotlivých linií v odrůdě byl vysoký (Vyhnánek a Bednář, 2005) a jeho průměrná hodnota činila 0,92. Jednalo se o linie A, B odrůd Agostino, Amarillo 105, Gutek, Hortenso, Kolor a linie A, B, C odrůdy Pawo. Výjimku tvořil nižší průměrný koeficient podobnosti (0,69) elektroforetického spektra prolaminů linie D nalezené v odrůdě Pawo ve vztahu k ostatním liniím zjištěným v této odrůdě (Tabulka 2). Jedná se tedy pravděpodobně o příměs neznámého genotypu v semenném vzorku, o čemž svědčí i nízké zastoupení v odrůdě (3 %), (Tabulka 1).

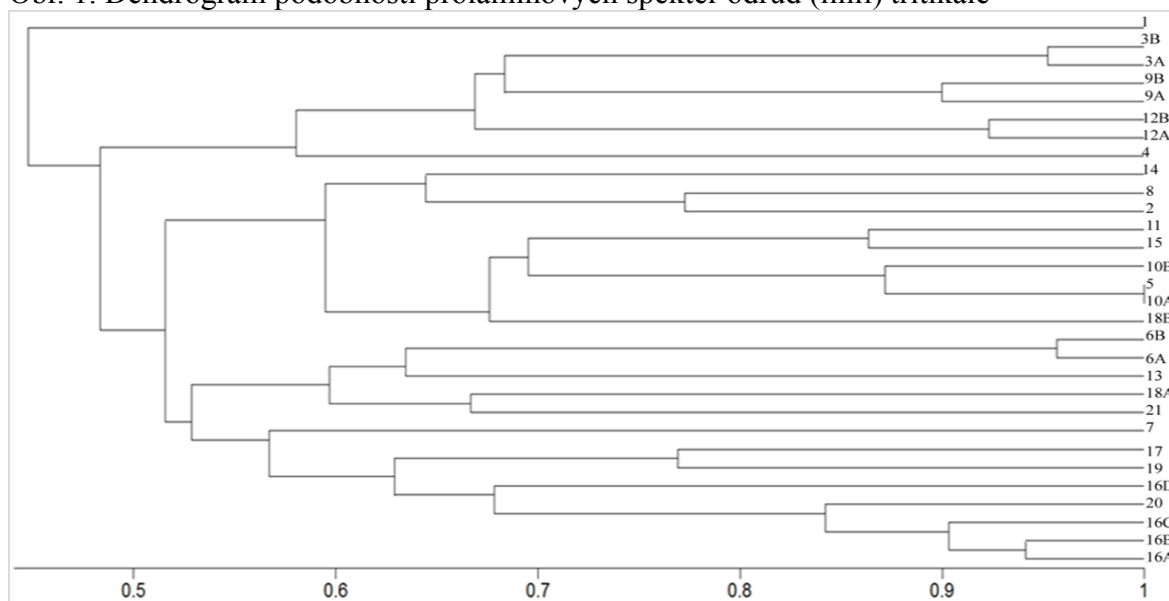
Tabulka 2: Matice Nei & Li indexů identity prolaminových spekter zjištěných v odrůdě Pawo

Linie	Pawo A	Pawo B	Pawo C	Pawo D
Pawo A	1,00			
Pawo B	0,94	1,00		
Pawo C	0,90	0,90	1,00	
Pawo D	0,67	0,67	0,73	1,00

Pozn.: Pawo D = příměs

Nízký koeficient podobnosti elektroforetických spekter bílkovinných linií A a B byl rovněž zjištěn v odrůdě SW Talentro ($A/B = 0,47$) a nelze je tedy spolehlivě považovat za sesterské linie, pocházející ze stejné, či velmi blízké kombinace křížení. Na základě tohoto zjištění můžeme předpokládat, že i v případě prolaminové linie B se jedná o příměs neznámého genotypu ve vzorku odrůdy SW Talentro.

Obr. 1. Dendrogram podobnosti prolaminových spekter odrůd (linií) tritikale



1=Dublet; 2= Nagano; 3A, 3B =Agostino; 4=Agrano; 5=Algo; 6A, 6B=Amarillo105; 7=Baltiko; 8=Cando; 9A,9B=Gutek; 10A, 10B=Hortenso; 11=Inpetto ; 12A,12B=Kolor; 13=Kvido; 14=Modus; 15=Mungis; 16A, 16B, 16C, 16D=Pawo; 17=Securo; 18A,18B=SWTalentro; 19=Todan; 20=Trigold; 21=Tulus

Meziodrůdový polymorfismus prolaminových bílkovin hodnocených odrůd tritikale

V souboru hodnocených odrůd bylo zjištěno celkem 30 bílkovinných linií. Z Obr. 1 je patrné, že 28 linií vykazalo jedinečná specifická elektroforetická spektra prolaminů a lze je spolehlivě rozlišit. Zcela identická prolaminová elektroforetická spektra byla zjištěna u homogenní (jednoliniové) odrůdy Algosu a linie A prolaminově heterogenní odrůdy Hortenso. Identita elektroforetických spekter použitých bílkovinných markerů u výše uvedených odrůd je podmíněna pravděpodobně vysokým stupněm příbuznosti porovnávaných odrůd, kdy v původu obou odrůd se vyskytuje odrůda Moreno (Tabulka 1). V neznámém vzorku však lze odrůdu Hortenso odlišit od odrůdy Algosu detekcí prolaminové linie Hortenso B. Z tohoto důvodu je určení počtu bílkovinných linií a jejich relativní četnosti v odrůdě významné pro identifikaci odrůd hodnocených ve vzorku elektroforetickou analýzou prolaminů.

Závěr

Z výše uvedených výsledků vyplývá, že metoda SGE je vhodnou metodou pro identifikaci v ČR registrovaných odrůd tritikale a lze ji efektivně používat ke stanovení odrůdové pravosti a odrůdové čistoty vzorků tritikale.

Dedikace

Výsledky byly získány při řešení projektu MZe ČR č. MZe RO-0415.

Použitá literatura

- Amiour N. N., Dardevet M., Khelifi D., Bouguennec A., Branlard G. (2002): Allelic variation of HMW and LMW glutenin subunits, HMW secalin subunits and 75K gamma-secalins of hexaploid triticales. *Euphytica*, 123, 179–186.
- Černý J., Šásek A. (1998): Stanovení odrůdové pravosti pšenice a ječmene elektroforézou bílkovinných genetických markerů. *Metodiky pro zemědělskou praxi*. ÚZPI Praha.
- Bradová J., Šásek A. (2007): Optimalizace metod elektroforézy proteinů pro identifikaci odrůd pšenice (*Triticum aestivum* L), VÚRV Praha.
- Horáková V., Dvořáčková O., Mezlík T. (2014): Seznam doporučených odrůd 2014. ÚKZÚZ Brno.
- Kovach, W. L. (1999): MVSP - Multivariate Statistical Package for Windows, Version 3.1 Pentraeth, Wales, UK. Kovach Computing Services.
- Polišenská, I., Nedomová, L., Vyhnánek, T. (2011): Characterisation of Oat Genetic Resources Using Electrophoresis of Avenins. *Czech Journal of Genetics and Plant Breeding*, 47, 166-171.
- Sýkorová S., Bradová J. (2007): Umíme poznat odrůdu i bez popisky? *AGRO*, 4, 73–74.
- Tomka M., Chňápek M., Gálová Z., Urminská D. (2015): The differences between the old and new barley varieties on the basis of hordein polymorphism with respect to qualitative parameters. *J. Microbiol. Biotech. Food Sci.* 4, 108-110.
- ÚKZÚZ, (2015): Věstník Ústředního kontrolního a zkušebního ústavu zemědělského, dostupné na: http://eagri.cz/public/web/file/408615/SO_NL_2015.pdf (15. 9. 2015)
- Vyhnánek T., Bednář J. (2005): Polymorphism of prolamin proteins of the grain of triticales varieties certified in the Czech Republic, *Plant Soil Environment*, 51, 151–155.

Kontaktní adresa:

Ing. Jana Bradová
 Výzkumný ústav rostlinné výroby, v. v. i.
 Drnovská 507, 161 06 Praha 6 – Ruzyně
bradova@vurv.cz

SROVNÁNÍ GENETICKY KOMPAKTNÍCH A STANDARDNÍCH ODRŮD *PETUNIA* X *HYBRIDA*

A comparison of genetically compact and standard varieties of *Petunia* x *hybrida*

Černý, J., Černá, M., Salaš, P.

Ústav šlechtění a množení zahradnických rostlin, ZF Mendelovy univerzity v Brně

Abstrakt

V práci bylo u 18 geneticky kompaktních a 10 standardních odrůd *Petunia* x *hybrida* hodnoceno 8 nejdůležitějších znaků květinové sadby – výška a průměr rostlin, ranost, celková vitalita, počet pravých listů, výhonů a květů a kompaktnost. Cílem bylo určit, zda jsou geneticky kompaktní odrůdy statisticky významně nižší, a to jak v optimálním termínu prodeje, tak i dva týdny po něm. Dále bylo hodnoceno, zda rostliny dosahují v obou termínech prodejné kvality. Hlavní rozdíl se projevil v dynamice růstu. Výška geneticky kompaktních odrůd přirůstala po celou dobu lineárně, u standardních odrůd došlo v optimálním termínu prodeje ke změně trendu a výška přirůstala rychleji.

Klíčová slova: *Petunia* x *hybrida*, kompaktnost, geneticky kompaktní odrůdy, regulátory růstu

Abstract

In the set of 18 genetically compact and 10 standard varieties of *Petunia* x *hybrida* 8 key aspects (plant height, diameter, earliness, vitality, compactness, number of true leaves, shoots and flowers) were compared. The main aim was to determine if the genetically compact varieties are significantly shorter in the date optimal for sale and 2 weeks afterwards. Based on all 8 aspects the overall quality of the seedlings in the optimal sale date and 2 weeks after was examined. The main difference was found in the growth dynamics. The height of genetically compact varieties was increasing linearly. Standard varieties had a linear height increase at first, but after the optimal date for sale the height increased in the faster pace.

Key words: *Petunia* x *hybrida*, compactness, genetically compact varieties, growth regulators

Úvod

V současné době se šlechtitelské programy u *Petunia* x *hybrida* ve sféře komerčního zahradnictví zaměřují vedle estetické hodnoty (barva, velikost květu,...) především na technologické vlastnosti, důraz je kladen na ranost, kompaktnost a vysoký počet rostlin vhodných k dalšímu pěstování (Anderson 2007). V roce 2003 byly na trh firmou Hem Genetics uvedeny dvě skupiny geneticky kompaktních odrůd, Limbo (typ grandiflora) a Mambo (typ multiflora), ty následovaly 4 další: Duvet, Damask, EZ Rider a Lo Rider. Geneticky kompaktní odrůdy je možné pěstovat bez použití regulátorů růstu, což přináší dvě výhody. Úspory nákladů na nákup a aplikaci regulátorů růstu a snížení rizikovosti produkce květinové sadby, protože jsou rostliny prodejné déle a nepřerůstají.

Petúnie nejprve rostou monopodiálně, jakmile se založí poupě, tak mají růst sympodiální (Sink 1984). Habitus je ovlivněn i exogenními faktory, především teplotou a délkou dne (Styer a Koranski 1997; Warner a Erwin 2001). Apikální dominance a kompaktnost je u petúnií kódována 8 geny. Stěžejní role se přikládá *dad* genům (Decreased Apical Dominance Genes), ty způsobují nižší vzrůst rostlin a nižší hladinu cytokininů v xylému (Gerats a Strommer 2008). Kempken a Jung (2010) kompaktní vzrůst petúnií spojují se změnami syntézy kyseliny giberelové.

Cílem experimentu bylo potvrdit nebo vyvrátit hypotézu, že mezi výškou odrůd jsou statisticky významné rozdíly, a to jak v optimálním termínu pro prodej, tak i 2 týdny po něm. Dále byla na základě všech 8 nejdůležitějších parametrů květinové sadby zhodnocena i celková kvalita, potažmo prodejnost jednotlivých odrůd.

Materiál a metodika

V experimentu bylo porovnáváno 18 geneticky kompaktních (tab. 1) a 10 standardních odrůd (tab. 2) *Petunia x hybrida*.

Tabulka č. 1: Zkoumané geneticky kompaktní odrůdy zastoupené v experimentu (G-typ květu grandiflora, M-typ květu multiflora)

Lo Rider White (bílá, M)	Duvet Salmon (lososová, G)	EZ Rider Salmon Deep (lososová, G)
Lo Rider Pink (růžová, M)	Duvet White (bílá, G)	Limbo White (bílá, G)
Lo Rider Red (červená, M)	EZ Rider Blue (modrá, G)	Limbo *GP* Rose (růžová, G)
Lo Rider Blue (modrá, M)	EZ Rider White (bílá, G)	Limbo *GP* Red (červená, G)
Duvet Pink (růžová, G)	EZ Rider Rose (růžová, G)	Limbo Blue (modrá, G)
Duvet Blue (modrá, G)	EZ Rider Pink Deep (fialová, G)	Limbo *GP* Salmon (lososová, G)

Tabulka č. 2: Standardní odrůdy zastoupené v experimentu (G-typ květu grandiflora, M-typ květu multiflora)

Půvab (bílá, G)	Sophia Nová (lososová, M)	Frost Červená (červená, G)
Touha (fialová, G)	Express Lilac (fialová, G)	Frost Modrá (modrá, G)
Láska (červená, G)	Express Burgundy (fialová, G)	
Úsměv (červenobílá, G)	Express Pink (růžová, G)	

Uvedené standardní odrůdy byly vybrány proto, že ač nejsou geneticky kompaktní, tak jsou nižší a kompaktnější než ostatní standardní odrůdy na trhu.

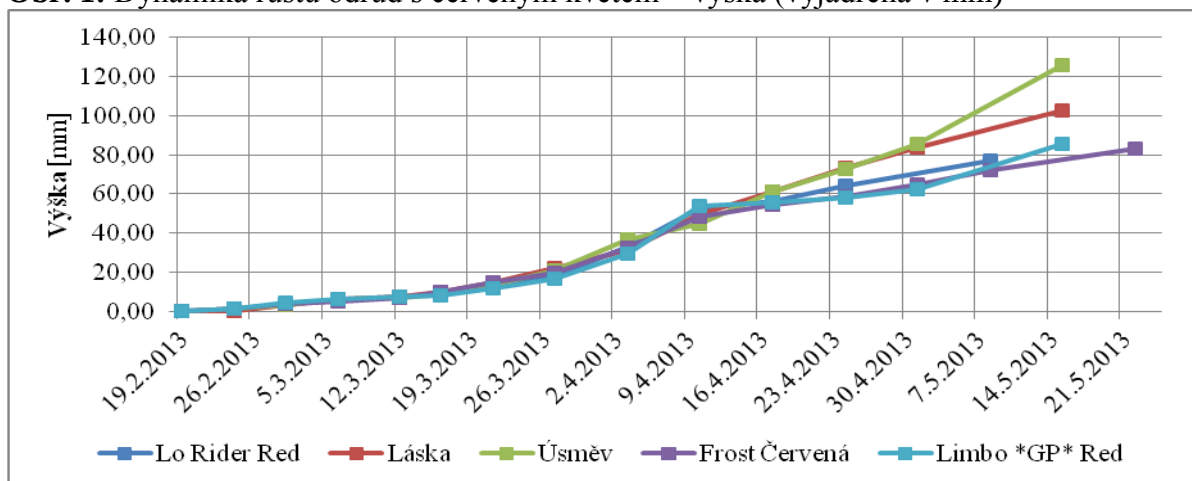
Pokus byl založen 19. 2. 2013 ve firmě Černý, Jaroměř. Po celou dobu pokusu byly všechny odrůdy vystaveny totožným podmínkám. Od každé odrůdy bylo vyseto 50 pelet do sadbovače s 288 celami, rozměr jedné cely je 19 x 17 mm, objem 7 ml. Hodnoceno bylo pouze 20 rostlin od každé odrůdy. V první fázi klíčení byly sadbovače umístěny v klíčící komoře, relativní vzdušná vlhkost se pohybovala mezi 90-100 %, teplota 24 °C, intenzita světla 2750 lux, 16 hod světla a 8 hod tmy. Od fáze 2 (viditelné děložní lístky) pokus probíhal ve skleníku. Ve fázi 2 byly podmínky: teplota 20-22 °C, přisvětlování výbojkami T-Son Plus o intenzitě 2750 lux, 14 hod světla, 1x týdně hnojení Wuxal Super 0,1 %. Fáze 3: teplota 18-20 °C, přisvětlování výbojkami T-Son Plus o intenzitě 2750 lux, 14 hod světla, 2x týdně hnojení Wuxal Super 0,2 %. Fáze 4: teplota 16 °C, 1x týdně hnojení Wuxal Super 0,1 %. 27. 3. 2013 byly mladé rostliny přesazeny po jedné do TEKU plastových kontejnerů 7x7 cm. Dále byly rostliny pěstovány při teplotě 14-16 °C, pravidelně zalévány, hnojeny 2x týdně Wuxal Super o koncentraci 0,2 %. V průběhu celého experimentu nebyla žádná z 28 odrůd ošetřena insekticidy, fungicidy ani regulátory růstu.

U všech odrůd bylo hodnoceno 8 parametrů - výška rostlin (v mm), šířka rostlin (v mm), ranost, celková vitalita (vzhled rostlin, barva listů, zdravotní stav, energie růstu), počet pravých listů, počet výhonů, počet květů a kompaktnost (vizuální hodnocení, délka mezi internodii). Tyto parametry byly hodnoceny v pravidelných týdenních intervalech vždy u 20 rostlin od každé odrůdy. Optimálním termínem pro prodej se v experimentu označuje situace, kdy jsou všechny zkoumané rostliny dané odrůdy košaté, kompaktní, vitální a každá má minimálně 1 rozkvetlý květ. Vzhledem k různé ranosti odrůd toto optimum spadalo do 3 termínů měření (24. 4.; 1. 5.; 8. 5.). Všechny 8 parametrů bylo hodnoceno i 2 týdny po tomto optimu. Byl použit dvouvýběrový nepárový t-test.

Výsledky a diskuze

Odrůdy byly hodnoceny jednak v rámci skupin (EZ Rider, Duvet, Lo Rider, Limbo, standardní odrůdy firmy Černý, standardní odrůdy firmy Syngenta flowers), tak i podle barvy květu. Geneticky kompaktní a standardní odrůdy se od sebe lišily především dynamikou růstu co do výšky. Výška geneticky kompaktních odrůd přirůstá po celou dobu pěstování, tedy i 2 týdny po optimálním termínu prodeje lineárně. U standardních odrůd se trend křivky růstu výšky měnil a výška po optimálním termínu přirůstala rychleji. To je demonstrováno na obrázku 1 a 2, kde je porovnávána výška odrůd s červeným květem.

Obr. 1: Dynamika růstu odrůd s červeným květem – výška (vyjádřena v mm)



Obr. 2: Dynamika růstu odrůd s červeným květem – výška (hodnoty t-testu)

Červený květ - výška - optimum	T-test pro nezávislé vzorky (tabulka 1)				
	Průměr skup. 1	Průměr skup. 2	Hodnota t	sv	p
Lo Rider Red vs. Lo Rider Red	64,00000	64,00000	0,0000	38	1,000000
Lo Rider Red vs. Láska	64,00000	83,65000	-11,8181	38	0,000000
Lo Rider Red vs. Úsměv	64,00000	85,35000	-13,1312	38	0,000000
Lo Rider Red vs. Frost Červená	64,00000	72,10000	-5,1180	38	0,000009
Lo Rider Red vs. Limbo Red	64,00000	62,60000	0,9573	38	0,344489
Láska vs. Lo Rider Red	83,65000	64,00000	11,8181	38	0,000000
Láska vs. Láska	83,65000	83,65000	0,0000	38	1,000000
Láska vs. Úsměv	83,65000	85,35000	-0,9111	38	0,368010
Láska vs. Frost Červená	83,65000	72,10000	6,3170	38	0,000000
Láska vs. Limbo Red	83,65000	62,60000	12,1996	38	0,000000
Úsměv vs. Lo Rider Red	85,35000	64,00000	13,1312	38	0,000000
Úsměv vs. Láska	85,35000	83,65000	0,9111	38	0,368010
Úsměv vs. Úsměv	85,35000	85,35000	0,0000	38	1,000000
Úsměv vs. Frost Červená	85,35000	72,10000	7,3817	38	0,000000
Úsměv vs. Limbo Red	85,35000	62,60000	13,4613	38	0,000000
Frost Červená vs. Lo Rider Red	72,10000	64,00000	5,1180	38	0,000009
Frost Červená vs. Láska	72,10000	83,65000	-6,3170	38	0,000000
Frost Červená vs. Úsměv	72,10000	85,35000	-7,3817	38	0,000000
Frost Červená vs. Frost Červená	72,10000	72,10000	0,0000	38	1,000000
Frost Červená vs. Limbo Red	72,10000	62,60000	5,7630	38	0,000001
Limbo Red vs. Lo Rider Red	62,60000	64,00000	-0,9573	38	0,344489
Limbo Red vs. Láska	62,60000	83,65000	-12,1996	38	0,000000
Limbo Red vs. Úsměv	62,60000	85,35000	-13,4613	38	0,000000
Limbo Red vs. Frost Červená	62,60000	72,10000	-5,7630	38	0,000001
Limbo Red vs. Limbo Red	62,60000	62,60000	0,0000	38	1,000000

Červený květ - výška - optimum + 2 týdny	T-test pro nezávislé vzorky (tabulka 1)				
	Průměr skup. 1	Průměr skup. 2	Hodnota t	sv	p
Lo Rider Red vs. Lo Rider Red	76,8500	76,8500	0,0000	38	1,000000
Lo Rider Red vs. Láska	76,8500	102,5500	-11,1426	38	0,000000
Lo Rider Red vs. Úsměv	76,8500	125,6000	-19,6062	38	0,000000
Lo Rider Red vs. Frost Červená	76,8500	82,9500	-2,9172	38	0,005900
Lo Rider Red vs. Limbo Red	76,8500	85,7500	-4,5906	38	0,000047
Láska vs. Lo Rider Red	102,5500	76,8500	11,1426	38	0,000000
Láska vs. Láska	102,5500	102,5500	0,0000	38	1,000000
Láska vs. Úsměv	102,5500	125,6000	-7,9608	38	0,000000
Láska vs. Frost Červená	102,5500	82,9500	7,6447	38	0,000000
Láska vs. Limbo Red	102,5500	85,7500	6,8817	38	0,000000
Úsměv vs. Lo Rider Red	125,6000	76,8500	19,6062	38	0,000000
Úsměv vs. Láska	125,6000	102,5500	7,9608	38	0,000000
Úsměv vs. Úsměv	125,6000	125,6000	0,0000	38	1,000000
Úsměv vs. Frost Červená	125,6000	82,9500	15,6403	38	0,000000
Úsměv vs. Limbo Red	125,6000	85,7500	15,2566	38	0,000000
Frost Červená vs. Lo Rider Red	82,9500	76,8500	2,9172	38	0,005900
Frost Červená vs. Láska	82,9500	102,5500	-7,6447	38	0,000000
Frost Červená vs. Úsměv	82,9500	125,6000	-15,6403	38	0,000000
Frost Červená vs. Frost Červená	82,9500	82,9500	0,0000	38	1,000000
Frost Červená vs. Limbo Red	82,9500	85,7500	-1,2507	38	0,218708
Limbo Red vs. Lo Rider Red	85,7500	76,8500	4,5906	38	0,000047
Limbo Red vs. Láska	85,7500	102,5500	-6,8817	38	0,000000
Limbo Red vs. Úsměv	85,7500	125,6000	-15,2566	38	0,000000
Limbo Red vs. Frost Červená	85,7500	82,9500	1,2507	38	0,218708
Limbo Red vs. Limbo Red	85,7500	85,7500	0,0000	38	1,000000

Výjimkou byly odrůdy Duvet Pink a Lo Rider White, u kterých odpovídaly přírůstky výšky spíše standardním odrůdám. Naopak výška standardních odrůd Láska, Frost Červená, Express Pink a Frost Modrá přirůstala lineárně, což odpovídalo spíše geneticky kompaktních odrůdám. Dynamika růstu co do výšky byla velice podobná u skupiny standardních odrůd firmy Černý a geneticky kompaktní skupiny EZ Rider, to je způsobeno blízkostí komponentů, ze kterých jsou dané odrůdy sestaveny.

Průměrem (šířkou) se standardní a geneticky kompaktní odrůdy nelišily tak výrazně, rozdíl často nebyl na základě t-testu ani statisticky významný, což je dáno fyziologicky, ale také i pěstební nádobou. Statisticky významný rozdíl byl ale mezi průměrem odrůd s typem květu multiflora a grandiflora. Ball (1991) uvádí, že jsou multiflory širší, což se potvrdilo i v tomto pokusu, skupina Lo Rider byla statisticky významně širší než odrůdy s typem květu grandiflora.

Geneticky kompaktní a standardní odrůdy se lišily významně také co do počtu výhonů. V optimálním termínu prodeje měly standardní i geneticky kompaktní odrůdy v průměru 1 výhon zakončený 1 květem. Dva týdny po optimálním termínu měly standardní odrůdy průměrně méně jak 2,5 výhonu, geneticky kompaktní odrůdy 3-5 výhonů. Z toho může také pramenit nekompaktnost standardních odrůd.

U čtyř odrůd, Limbo *GP* Rose, Limbo Blue, Duvet Salmon a Duvet Blue, byla shledána velice nízká vitalita, rostliny trpěly chlorózami listů. Výškou a kompaktností by sice byly i 2 týdny po optimálním termínu prodeje, ale vzhledem ke špatnému zdravotnímu stavu a poléhavosti, nikoliv.

U čtyř geneticky kompaktních odrůd, Lo Rider Red, Limbo White, Duvet White a Duvet Salmon, byla apikální dominance oslabena až příliš, rostliny i 2 týdny po optimálním termínu prodeje působily zakrsle, což není žádoucí.

Po úvaze všech 8 atributů kvalitní květinové sadby, které byly v experimentu zkoumány, vyplývá, že standardní odrůdy Frost Červená a Touha odpovídají geneticky kompaktním odrůdám a jsou kvalitní a prodejné i 2 týdny po optimálním termínu prodeje. Odrůdy Lo Rider White, Limbo *GP* Rose, Limbo Blue, Duvet Salmon a Duvet Blue nebyly prodejné po 2 týdnech od optima z důvodu poléhavosti, přílišné vytáhlosti nebo špatného zdravotního stavu.

Závěr

Geneticky kompaktní odrůdy je možné pěstovat po celou dobu bez použití morforegulátorů. Jejich výška přirůstá lineárně, a to i po optimálním termínu prodeje, sazenice nepřerůstají tak rychle a jsou prodejné delší dobu. Tím se snižuje riziko spojené s produkcí květinové sadby. Zahradníci pěstují sadbu k určitému termínu prodeje, pokud ale v této době panuje špatné počasí a zákazníci sazenice nekupují, hrozí, že rostliny rychle přerostou a nebudou prodejné.

Dedikace

Výsledky uvedené v tomto článku byly získány při řešení projektu specifického výzkumu Ing. Markéty Černé „*Petunia hybrida - porovnání růstu standardních a geneticky kompaktních odrůd v průběhu pěstování květinové sadby*“.

Použitá literatura

- ANDERSON, Neil O. 2007. Flower Breeding and Genetics: Issues, Challenges and Opportunities for the 21st Century. Dordrecht: Springer. 831 s. ISBN 978-1-4020-6569-9.
- BALL, Vic. 1991. The Ball RedBook. USA: Geo. J. Ball Publishing. 802 s. ISBN 0-9626796-2-3.
- GERATS, T.; STROMMER, J. 2008. Petunia: Evolutionary, Developmental and Physiological Genetics. USA: Springer. 445 s. ISBN 978-0-387-84795-5.
- KEMPKEN, F.; JUNG, Ch. 2010. Genetic modification of plants: agriculture, horticulture and forestry. London: Springer. 675 s. ISBN 36-420-2390-8.
- SINK, K. C. 1984. Petunia. Germany: Springer-Verlag. 256 s. ISBN 3-540-13472-7.
- STYER, Roger C.; KORANSKI, David S. 1997. Plug: a grower's guide. Batavia, Ill., USA: Ball Pub., viii, 374 p., 16 p. of plates. ISBN 18-830-5214-9.
- WARNER, Ryan M; ERWIN, John E. 2001. Temperature. In: Ohio Florists' Association. Tips on Regulating Growth of Floriculture Crops. Ohio: Ohio Florists' Association, s. 10-18.

Kontaktní adresa:

Ing. Josef Černý, Černý – BioPro s.r.o., U Kříže 7, Praha 5, 158 00, email: info@cerny-biopro.cz

GENETICKÉ ZDROJE LISTOVÝCH ZELENIN V ČESKÉ REPUBLICE A JEJICH VYUŽITÍ

Genetic resources of leafy vegetables in Czech Republic and their utilization

Doležalová I., Petrželová I., Kopecký, P.

Centrum regionu Haná pro biotechnologický a zemědělský výzkum, VÚRV, v.v.i.

Abstrakt

V kolekcích genetických zdrojů listových zelenin uchovávaných v rámci Národního programu konzervace a využívání genetických zdrojů rostlin a agrobiodiverzity v České republice je aktuálně zastoupeno 1559 položek náležejících k 26 druhům. U genetických zdrojů druhu *Lactuca sativa* je v současnosti předmětem studia determinace duplicitních položek a dále kvalitativní a kvantitativní stanovení komponentů v latexu. U rockety seté jsou testovány preemergentní herbicidy za účelem rozšíření použití povolených přípravků pro tuto minoritní plodinu a také pěstební technologie a obsah vitamínu C v listech. Pro zachování genetických zdrojů stávajících odrůd čekanky je na prvním místě jejich regenerace, dokumentace, charakterizace a hodnocení. U kadeřávky je výzkum zaměřen na testování položek na odolnost resp. toleranci vůči plasmodioforové nádorovitosti brukvovitých.

Klíčová slova: genetické zdroje, čekanka, kadeřávek, roketa, salát

Abstract

Totally 1559 accessions of 26 species are currently represented in the collections of genetic resources of leafy vegetables maintained within the National Programme for Conservation and Utilization of Plant Genetic Resources and Agro-Biodiversity in the Czech Republic. Within *Lactuca sativa* collection duplicate accessions are determined and qualitative and quantitative components of latex are studied. In rocket salad pre-emergent herbicides are tested to extend products authorisations on that minor crop; cultivation techniques and vitamin C content in leaves are studied as well. Regeneration, documentation, characterization and evaluation are foremost for germplasm conservation of existing varieties of chicory. Curly kale research is aimed at testing of accessions for resistance resp. tolerance to clubroot of brassics.

Key words: genetic resources, chicory, curly kale, rocket salad, lettuce

Úvod

V kolekcích genetických zdrojů (GZ) listových zelenin uchovávaných v rámci Národního programu konzervace a využívání genetických zdrojů rostlin a agrobiodiverzity v ČR jsou zastoupeny: čekanka obecná (*Cichorium intybus*), endivie (štěrbák; *Cichorium endivia*), zlateň věncová (*Chrysanthemum coronarium*), čtyřboč rozložitá (novozélandský špenát; *Tetragonia tetragonoides*), chřest lékařský (*Asparagus officinalis*), reveň kadeřavá (*Rheum rhubarbarum*), roketa setá (*Eruca sativa*), řeřicha setá (*Lepidium sativum*), kapusta kadeřavá (kadeřávek, jarmuz; *Brassica oleracea* var. *sabellica*) a špenát setý (*Spinacia oleracea*). Většina kolekcí je soustředěná na Oddělení genetických zdrojů zelenin, léčivých rostlin a speciálních plodin VÚRV, v.v.i. v Olomouci, GZ chřestu a reveně jsou uchovávány na Zahradnické fakultě Mendelovy univerzity v Lednici a GZ rockety jakožto olejninu v OSEVA PRO s.r.o., VÚO v Opavě (Tab. 1). Pasportní a popisná data položek jsou uvedena v systému GRIN Czech (<https://grinczech.vurv.cz/>), který nahradil původní informační systém EVIGEZ, pracuje v on-line režimu a umožňuje objednávání semen z genové banky.

Materiál

V současné době jsou k výzkumu a šlechtění využívány následující GZ listových zelenin:

Genetické zdroje rodu locika (*Lactuca L.*) Kolekci tvoří 844 položek krajových, historických a současných odrůd lociky seté (salátu hlávkového, *L. sativa*) a 567 položek 15 planě rostoucích druhů pocházejících z různých ekogeografických oblastí Evropy, Asie, Afriky a Severní Ameriky. Přibližně 92 % položek *L. sativa* tvoří staré české odrůdy, odrůdy vyšlechtěné v bývalém Československu, současné české odrůdy a odrůdy zahraniční. Krajové odrůdy jsou v kolekci zastoupeny pouze pěti a šlechtitelské materiály třemi procenty. Salát se většinou konzumuje v čerstvém stavu, některé jeho formy se vaří. U nás má pěstování salátu dlouholetou tradici. Kromě uchování moderně vyšlechtěných odrůd, historických a krajových forem (landraces) má velký a stále stoupající význam uchovávání planých příbuzných druhů rodu *Lactuca* představujících významný potenciální zdroj pěstitelsky důležitých znaků a vlastností. Přes 60 % kolekce planých druhů tvoří položky salátu nejbližší příbuzného druhu, tj. lociky kompasové (*L. serriola*), dále položky l. vrbové (*L. saligna*) a l. jedovaté (*L. virosa*). Ostatní druhy jsou zastoupeny jednou, maximálně několika položkami. Položky druhů *L. serriola*, *L. saligna* a *L. virosa* tvoří 92 % kolekce planých druhů a představují významnou součást genového poolu salátu. Primární genový pool *L. sativa* zahrnuje její odrůdy, krajové odrůdy a plané druhy locik, které nevykazují bariéry při křížení. Do primárního genového poolu patří druh *L. serriola*, který se s *L. sativa* snadno kříží a je více než 50 let intenzívně využíván ve šlechtění salátu jako zdroj řady rasově specifických genů rezistence vůči plísni salátu (*Bremia lactucae*) (např. v odrůdě Libusa). Od konce minulého století je jako donor rezistence vůči plísni salátu intenzívně studována také *L. aculeata* z jihozápadní Asie. Rezistenci odvozenou z druhu *L. saligna* (sekundární gene pool) obsahuje např. odrůda salátu „Titan“. V programech mezidruhovité hybridizace je stále více využívána *L. virosa* (terciární gene pool). Její fertilní hybridy jsou dnes předmětem výzkumu i praktického šlechtění.

Tab. 1. Genetické zdroje listových zelenin v České republice

Čeřed'		Název zeleniny česky	Botanický druh latinsky	Počet položek
Brukvovité	Brassicaceae	Kapusta kadeřavá	<i>Brassica oleracea</i> L. em. DC. var. <i>sabellica</i> L.	15
		Roketa setá*	<i>Eruca sativa</i> Mill.	15
		Řeřicha setá	<i>Lepidium sativum</i> L.	1
Hvězdicovité	Asteraceae	Čekanka obecná	<i>Cichorium intybus</i> L.	24
		Locika salátová	<i>Lactuca sativa</i> L.	844
		Locika plané druhy	<i>Lactuca</i> spp.	567
		Štěrbák	<i>Cichorium endivia</i> L.	26
		Zlateň věncová	<i>Chrysanthemum coronarium</i> L.	1
Chřestovité	Asparagaceae	Chřest lékařský**	<i>Asparagus officinalis</i> L.	10
Kosmaticovité	Aizoaceae	Čtyřboč rozložitá	<i>Tetragonia tetragonoides</i> (Pall.) Kuntze	15
Laskavcovité	Amaranthaceae	Špenát setý	<i>Spinacia oleracea</i> L.	17
Rdesnovité	Polygonaceae	Reveň kadeřavá**	<i>Rheum rhabarbarum</i> L.	24

* položky jsou udržovány jako genetické zdroje olejnin na pracovišti OSEVA PRO s.r.o, Výzkumný ústav olejnin Opava; ** položky jsou udržovány na pracovišti Zahradnické fakulty Mendelovy univerzity v Lednici

Genetické zdroje roket seté (*Eruca sativa* Mill.) jsou představovány 15 položkami. Roketa setá patří mezi méně známé druhy listových zelenin, tradičně se pěstuje v zemích svého původu v jižní Evropě a západní Asii (zde především jako olejнина) a k nám se dováží. Jako listová zelenina se roketa používá především v mediteránní kuchyni, ale v posledních letech získává stále více na oblibě ve střední Evropě. Roketa obsahuje řadu zdraví prospěšných látek, jako jsou glukosinoláty, karotenoidy, flavonoidy, vitamin C, minerální soli a vláknina. Je široce využívána jako stimulans, stomachikum, diuretikum, laxativum a proti kurdějím, rovněž u ní byly prokázány antisekreční, cytoprotektivní a protivředové účinky (Alqasoumi et

al., 2009; Nuez a Hernández-Bermejo, 1994). Roketa je ceněna pro svou jemně nahořklou a příjemně ostrou chuť a pro vysoký obsah vitamínu C.

Genetické zdroje čekanky (*Cichorium L.*) jsou reprezentovány čekankou obecnou (*Cichorium intybus*) a endivií (*C. endivia*). Celkem se jedná o 50 položek GZ našich, holandských, italských a francouzských odrůd, z nichž je bohužel v současné době 80 % položek pro uživatele nedostupných vzhledem k nízké zásobě osiva. Čekanka obecná salátová se pěstuje pro čekankové puky, jež jsou využívány jako přísada do zeleninových salátů. Z kořene čekanky obecné se pražením připravuje známá náhražka kávy cikorka. Protože pěstební plocha čekanky v ČR v současné době činí pouze kolem 100 ha, je k nám většina produkce dovážena ze zahraničí a odrůdový sortiment je velmi chudý. Dnes je u nás registrována pouze odrůda Terezka (salátová čekanka) a odrůdy Orchies a Polanowicka (průmyslová čekanka).

Genetické zdroje kadeřávky (*Brassica oleracea* var. *sabellica*) představuje 18 položek pocházejících z Evropy. Kadeřávek patří mezi vysoce otužilé zeleniny, které se mohou sklízet čerstvé v průběhu celé zimy. Obsahuje velké množství draslíku, železa, beta-karotenu a vitamínu C (Mareček a Pekárková, 1997). Díky těmto vlastnostem se tato neprávem opomíjená zelenina v současné době těší velké pozornosti. U kadeřávky se konzumují listy nebo rcholové růžice zkadeřených listů upravené podobně jako hlávková kapusta nebo špenát.

Výsledky a diskuze

Z hlediska plnohodnotného využití kolekcí listových zelenin uživateli jsou v nejbližší budoucnosti klíčové tyto aktivity:

U kolekce druhu *Lactuca sativa* jsou determinovány duplicitní položky, které je možné následně vyloučit resp. sloučit, a tím racionalizovat práci s kolekcemi. U planých druhů locik je pozornost zaměřena především na správnou taxonomickou klasifikaci položek, neboť nedostatečná a neúplná pasportní data, včetně nesprávného taxonomického určení, komplikují hodnocení položek a zkreslují výsledky výzkumu. U rodu locika jsou známy základní seskviterpenické laktony lactucin, lactucopicin, 8-desoxylactucin způsobující hořkou chuť salátu, proto má jejich přítomnost poměrně velký ekonomický význam. Výzkum je orientován na kvalitativní a kvantitativní stanovení těchto komponentů.

Výzkum rokety je zaměřen na technologii pěstování a hodnocení obsahu vitamínu C u různých genotypů (Tab. 2; Doležalová et al., 2013). Dále jsou zkoumány možnosti chemické ochrany rokety, především použití herbicidních přípravků, poněvadž roketa v našich podmínkách příliš netrpí chorobami a škůdci. Výjimkou jsou dřepčící, pro jejichž likvidaci byly účinné přípravky Karate se Zeon technologií 5 CS a Decis Mega. K hubení plevelů v porostu rokety se jako nejvhodnější ukázaly přípravky Somero a Teridox 500 EC, které vykazovaly nejvyšší účinnost a minimální fytotoxicitu. Tyto přípravky na ochranu rostlin jsou testovány dle metodiky EPPO PP 1/49(3) ve spolupráci s pracovníky Referátu zkušebnictví, Odboru diagnostiky ÚKZUZ v Olomouci. Listy rokety sklizené v době konzumní zralosti jsou analyzovány na přítomnost reziduí účinných látek těchto přípravků v Národní referenční laboratoři ÚKZUZ, RO Brno. Testované preemergentní herbicidy Teridox 500 EC a Somero nejsou pro ošetření v roketě seté registrované a jejich použití v praxi prozatím není možné. Vzhledem k nízkým zjištěným hladinám reziduí účinných látek bude možné po prověření výsledků v následné sezóně tyto přípravky doporučit k hubení plevelů v porostech rokety seté. Pro zachování GZ uchovaných odrůd čekanky je na prvním místě nezbytná dostatečná zásoba kvalitního osiva, proto je pozornost zaměřena především na regeneraci stávajících položek. U položek GZ čekanky obecné salátové byla ověřena klíčivost vzorků. Vzhledem k problematické regeneraci čekanky na našem pracovišti v minulosti, je v podmínkách technické izolace zkoušena technologie pro produkci osiva v závislosti na biologii jednotlivých odrůd. Během vegetační sezóny jsou dle mezinárodní sady deskriptorů pro

čekanku (<http://www.ecpgr.cgiar.org>) hodnoceny morfologické znaky, nástup fenofází a je pořizována fotodokumentace. Toto je důležité nejen pro zachování genofondu současných odrůd, ale také k jeho rozšíření v rámci šlechtění.

Výzkum GZ kadeřávku je zaměřen na testování položek na odolnost vůči plasmodioforové nádorovitosti brukvovitých způsobené nádorovkou kapustovou (*Plasmodiophora brassicae*). V důsledku tohoto onemocnění dochází ke snížení výnosu až k celkovému poničení porostu. Jako nejefektivnější způsob ochrany v oblastech zamořených *P. brassicae* se jeví pěstování rezistentních resp. tolerantních odrůd. Jednotlivé položky kadeřávku jsou testovány v kontrolovaných podmínkách klimatické komory podle metodiky (Chytilová a Dušek, 2007). Nejvyšší odolnost vůči *P. brassicae* vykazovaly odrůdy Lerchenzungen s průměrným indexem napadení DI (disease index)=27, Verheul (DI=28) a odrůda Kadet (DI=28), naopak nejvíce citlivé byly odrůdy Nero di Toscana (DI=93), Kaprál (DI=79), Lerchen Zungen (DI=76) (Kopecký a Cenklová, 2013). Dalším krokem je hodnocení tolerance GZ kadeřávku vůči *P. brassicae* v polních podmínkách na infekčním poli a na kontrolním nezamořeném pozemku. Ve stadiu konzumní zralosti rostlin je hodnocena tolerance položek vůči *P. brassicae* porovnáním výnosových parametrů z obou pokusných ploch. V polních testech v roce 2014 byl nejvíce tolerantní genotyp Frosty, (koeficient tolerance $K_t=80$), nejméně tolerantní byla odrůda Nero di Toscana ($K_t=28$). Hodnocení probíhá v letošním i příštím roce.

Tab. 2. Obsah vitamínu C (mg/ 100 g čerstvé hmoty) u genotypů rockety seté

Genotyp/technika pěstování	Obsah vitamínu C (mg/100g čerstvé hmoty (průměr±standardní odchylka))					
	Sklizeň jaro		Sklizeň jaro/léto		Sklizeň podzim	
	V	S	V	S	V	S
A	140±6	152±17	10±26	140±12	114±39	101±27
C	131	109	97±13	133±24	98±30	91±34
D	91±22	122±19	101±41	100±20	86±23	89±34
E	123±11	140±1	104±6	148±25	120±31	107±20
F	119±20	110±8	70±5	99±21	98±23	92±31

C – *Eruca vesicaria* subsp. *sativa*, Seva-Flora s.r.o., Valtice; D – *Eruca vesicaria* subsp. *sativa*, Seva-Flora s.r.o., Valtice; E – *Eruca sativa* Mill. (nár. ev. čís. 15O1200001 podle GRIN Czech 1.9.1), původ není znám; F – *Eruca sativa* Mill. (nár. ev. čís. 15O1200002 podle GRIN Czech 1.9.1), původ Velká Británie; V – přímý výsev; S – sadba předpěstovaná ve skleníku a následně přesazená do polních podmínek; Zvýrazněné jsou dvě nejvyšší průměrné hodnoty v rámci daného data sklizně

Závěr

Nově získané informace o položkách GZ usnadní uživatelům (šlechtitelé, výzkumní pracovníci) výběr vhodných genotypů pro šlechtění a produkci. Genotypy kadeřávku s prokázanou odolností, resp. vyšší tolerancí k *P. brassicae* mohou být využity jako výchozí šlechtitelský materiál pro rezistenční šlechtění k tomuto hospodářsky významnému patogenu.

Dedikace

Výzkum je podporován projekty RO0415 (MZE) a LO1204 (MŠMT). Autoři děkují Dr. M. Duchoslavovi za zpracování výsledků obsahu vitamínu C v rocketě.

Použitá literatura

- Alqasoumi, S., Al-Howiriny, T., Al-Yahya, M., Syed, R. (2009): Rocket “*Eruca sativa*”: A salad herb with potential gastric anti-ulcer activity. *World J. Gastroenterol.* 15(16): 1958-1965. ISSN 1007-9327.
- Doležalová, I., Jelínková, M., Duchoslav, M. (2013): Roketa a rukola - srovnání metod pěstování a výnosových parametrů. *Úroda 12 (věd. příloha)*: 264-267, ISSN: 0139-6013.
- Chytilová, V., Dušek, K. (2007): Metodika testování odolnosti brukvovitých plodin k nádorovitosti. *Metodika pro praxi, Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i.*, 19 s. ISBN 978-80-87011-23-2.
- Kopecký, P., Cenklová, V. (2013): Studium odolnosti vybraných genotypů kapusty kadeřavé vůči nádorovitosti brukvovitých. *Úroda 12, (vědecká příloha)*: 154-157, ISSN: 0139-6013.

- Mareček, F., Pekárková, E. (1997): Zahradnický slovník naučný 3. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací. ISBN 80-85120-62-3.
- Nuez, F., Hernandez-Bermejo, J.E. (1994): Neglected horticultural crops. In: Hernandez-Bermejo, J.E., Leon, J. (eds.) Neglected crops: 1492 from a different perspective. Plant Production and Protection Series 26. Rome: FAO, pp. 303–332. ISBN 92-5-103217-3.

Kontaktní adresa: RNDr. Ivana Doležalová, Ph.D., Sekce aplikovaného výzkumu zelenin a speciálních plodin VÚRV, v.v.i., Šlechtitelů 29, 783 71 Olomouc, e-mail: dolezalova@genobanka.cz

DOSAŽENÉ TECHNOLOGICKÉ PARAMETRY ZRNA ČESKÝCH ODRŮD PŠENICE OZIMÉ VE SPECIFICKÝCH PODMÍNKÁCH ČÍNSKÉ PROVINCE SHANDONG

Technological grain parameters of Czech winter wheat cultivars cultivated in specific conditions of Chinese province Shandong

Dvořáček V.¹, Madaras M.¹, Weng S.², Wang Z.²

¹ Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Praha

² Agricultural Institute, Dongying Vocational College

Abstrakt

Na zasolených aluviálních půdách delty Žluté řeky bylo v letech 2012 a 2014 pěstováno 12 českých odrůd pšenice ozimé. Jejich odlišná adaptace k místním podmínkám se projevila snížením výnosů o 3-4 t.ha⁻¹ oproti podmínkám v ČR, přičemž i nejvýnosnější odrůda Baletka (5,5 t.ha⁻¹) zaostávala za čínskou kontrolní odrůdou Donghan 1 (6,5 t.ha⁻¹). Moderní české odrůdy zároveň potvrdily vysokou stabilitu jakostních parametrů.

Klíčová slova: odrůdy, pšenice ozimá, technologická jakost, zasolení půdy

Abstract

Twelve Czech winter wheat cultivars were grown in 2012 and 2014 on saline alluvial soils of the Yellow River Delta. Their different adaptation to local conditions showed a yield reduction by ca. 3 to 4 t.ha⁻¹ compared to Czech conditions. The highest yield reached by the cultivar Baletka (5.5 t.ha⁻¹) was lower compared to Chinese cultivar Donghan 1 (6.5 t.ha⁻¹). Concurrently, modern Czech cultivars confirmed high stability of their qualitative parameters.

Key words: cultivars, winter wheat, technological quality, soil salinity

Úvod

Pobřežní provincie Shandong se nachází v severovýchodní části Čínské lidové republiky v oblasti dolního toku Žluté řeky a Pochajského zálivu. Provincie má mírné monzunové podnebí, léta a zimy trvají déle, jara a podzimy jsou znatelně kratší. Průměrné teploty v zimě se pohybují mezi -5 až 1°C, v létě mezi 24-28°C. Úhrny srážek se pohybují mezi 550-950 mm a vykazují významnou periodicitu s nejvyšší srážkovou aktivitou v období od června do září. Naopak od podzimního do jarního období je významné sucho (Pospíchalová 2011).

75 % čínské celkové produkce pšenice pochází pouze z 5 provincií (Henan, Hebei, Anhui, Jiangsu a zmiňované Shandong) lokalizované do oblasti Severočínské nížiny. Byť patří provincie Shandong k obilnicím země, v příbřežních oblastech a v oblastech podél toku Žluté řeky je půda silně zasolována vlivem vysoké hladiny spodní vody ovlivněné mořskou vodou i zavlažováním polí, což významně negativně ovlivňuje produkci obilnin. Zasolením jsou dle statistik ovlivněny zhruba 4,88 % veškeré zemědělské půdy Číny (Li et al 2014).

Jedním ze stěžejních oblastí výzkumu Zemědělského Institutu sídlícího v příbřežním městě Dongying v provincii Shandong je šlechtění polních plodin a ovocných dřevin s cílem zvýšení odolnosti vůči zasolení. Výzkum probíhá v tzv. halofytní zahradě, kde množství solí v půdě dosahuje 0,2-2 hm. %. Získání společného projektu pracovníků VÚRV s tímto pracovištěm tak umožnilo nejen získávat a hodnotit nové čínské pšeničné genotypy (odrůdy) s vyšší adaptací na zasolené půdy a s tím související možnou suchovzdorností v našich podmínkách (Dvořáček a Madaras 2015), ale současně tato spolupráce poskytla možnost otestovat produkci a kvalitu zrna u vybraných v ČR registrovaných odrůd ve zcela odlišných pěstebních podmínkách příbřežní oblasti Dongying.

Materiál a metodika

Hodnocení probíhalo u 12 v ČR registrovaných odrůd s deklarovanou pekařskou jakostí E až B (Baletka - B, Bohemia - A, Elly - A, Samanta - B, Seladon - B, Sultan - A, Akteur - E, Altigo - B, Magister - E, Bodyček - A, Jindra - A, Secese - B). Součástí souboru byla i místní čínská odrůda Donghan 1. Tučně zvýrazněná šestice odrůd byla v čínské provincii hodnocena ve dvouletém cyklu (2012 a 2014). Další odrůdy Bodyček, Jindra a Secese v roce 2012 a odrůdy Akteur, Altigo a Magister v roce 2014. Pokusy probíhaly v maloparcelkových pokusech na pozemcích halofytní zahrady Zemědělského institutu v Dongyingu. Povětrnostní podmínky v obou ročnících na pokusné lokalitě shrnuje graf 1. Půdu lze charakterizovat jako fluvizem s lokálním výskytem půdního typu solončak. Dávky hnojení před setím 54 resp. 95 kg N.ha⁻¹: 60 resp. 100 kg P.ha⁻¹ ve formě DAP (r. 2011 resp. 2013). Druhé přihnojení bylo ve fázi sloupkování v dávce 100 kg N.ha⁻¹ ve formě močoviny. Odrůdy byly vysety 7. 10. 2011 a 13. 10. 2013 a sklizeny 11. až 20. června následujícího roku.

V místních podmínkách byl stanoven celkový výnos zrna. Vybrané technologické rozborů zrna byly provedeny ve VÚRV Praha: obsah hrubých bílkovin (HB) dle Kjeldahla (ČSN EN ISO 5983-1), obsah škrobu (ST) polarimetricky (ČSN EN ISO 10520), obsah mokrého lepku (ML) a hodnocení gluten indexu lepku (GI) podle normy ICC No. 155 a stanovení Zeleného sedimentačního indexu (ZS) podle ČSN ISO 55-29.

Výsledky a diskuze

Dosažená variabilita výnosů zrna jednoznačně potvrdila odlišnou adaptaci vybraných českých odrůd k čínským podmínkám (graf 2). Výrazně nejvyšší výnos byl zaznamenán u odrůdy Baletka (přes 5,5 t.ha⁻¹). Ostatní české odrůdy pak vykazovaly výnosy zhruba o 1 až 2 t.ha⁻¹ nižší. Současně však ani nejvýnosnější odrůda Baletka nedosahovala výnosu zjištěného u čínské odrůdy Donghan 1 v roce 2014 (6,5 t.ha⁻¹). Při srovnání dvouletých výnosů u vybraného souboru 6 českých registrovaných odrůd pěstovaných na lokalitě v Dongyingu s dosaženými víceletými průměry u těchto odrůd ve zkouškách ÚKZÚZ Brno je zřejmý jejich vysoký výnosový propad v rozsahu 3 – 4 t.ha⁻¹ oproti výnosu v ČR (graf 6). Z hlediska nejvyššího poklesu výnosu se na půdně-klimatické podmínky čínské lokality jeví jako nejcitlivější odrůdy Elly a Samanta. Zasolení půdy, a s tím související omezenější přísun vody do rostliny tak má významně negativní efekt na tvorbu biomasy a produkci pšenice (Shahzad et al. 2013). Na druhé straně zjištěná variabilita mezi odrůdami potvrzuje i genetickou podmíněnost výnosu pšenice k zasolení půdy (Xiao a Tao 2014).

Vysoké dávky dusíku v kombinaci s limitní přístupností vody se odrazily ve vysokých obsazích hrubých bílkovin u řady sledovaných odrůd (graf 3). Pouze odrůda Secese dosáhla jen průměrné hodnoty 12,6 %. Za velmi vysoký lze považovat obsah proteinu (18,5 %) u čínské odrůdy. V rámci českých podmínek zde byly hodnoty obsahu proteinu českých odrůd zhruba o 1 - 2 % vyšší (graf 6). I v tomto případě může hrát svou roli nižší přísun vody do rostliny snižující na jedné straně produkci zrna, koncentrace bílkovin ovšem významně narůstá (Wang et al. 2011). Parametr ZS pak i v rámci čínských podmínek potvrdil geneticky silně podmíněnou vlastnost pekařské jakosti pšenice. Typicky vysoká hodnota byla např. potvrzena u odrůdy Bohemia (62 ml). Dosažené výsledky tohoto znaku z čínské lokality se dosti blížily obvyklým hodnotám dosaženým v ÚKZÚZ (graf 7). Přes vysoký obsah bílkovin u čínské odrůdy Donghan 1 byla úroveň ZS nižší korespondující s odrůdami kategorie B.

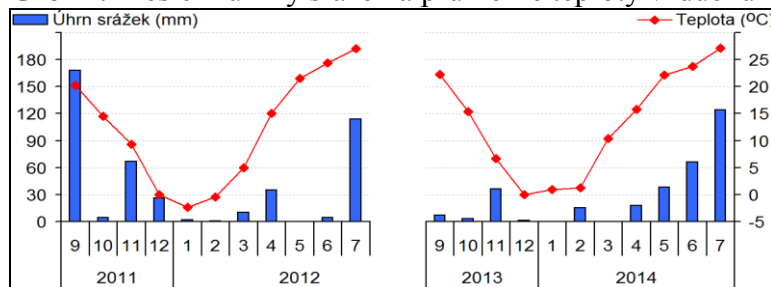
Genotypy pekařsky elitních (E) a kvalitních (A) odrůd se podobně jako u parametru ZS odlišovaly vysokou hodnotou gluten indexu (graf 4). Velmi vysoký obsah ML u čínského genotypu (50%) pak částečně i v souladu s hodnotou ZS naznačoval nižší hodnotu GI (45) potvrzující vyšší tažnost lepku. Toto je obvyklá vlastnost řady čínských materiálů podle Yang et al. (2014). Obsah škrobu byl u odrůd vzhledem k jeho obecně antagonistickému

vztahu k obsahu bílkovin zrna spíše nižší. Výjimkou byly odrůdy Seladon a Secese s hodnotou oscilující kolem 64 % (graf 5).

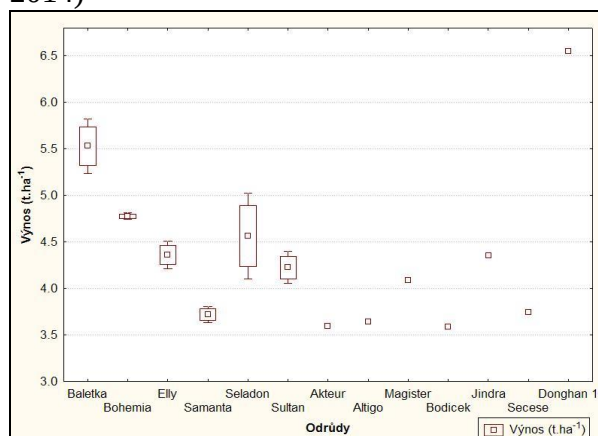
Závěr

Moderní české odrůdy potvrdily v podmínkách čínské lokality dobrou stabilitu i vysokou kvalitu jakostních parametrů. V porovnání s čínskou odrůdou i s jejich výnosovým potenciálem v ČR dosahovaly významně nižších výnosů, což lze vysvětlit odlišností klimatických podmínek a vyšší citlivostí k půdnímu zasolení

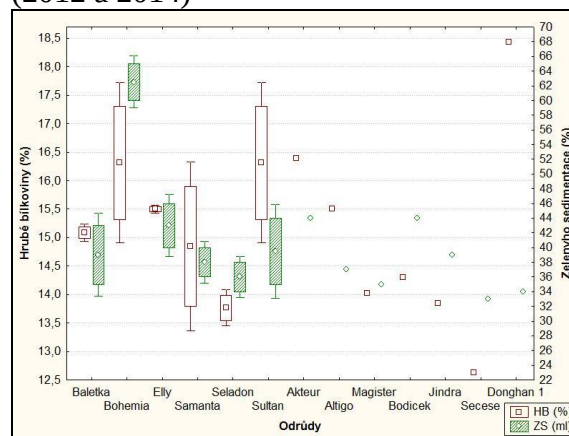
Graf 1. Měsíční úhrny srážek a průměrné teploty vzduchu na pokusné lokalitě.



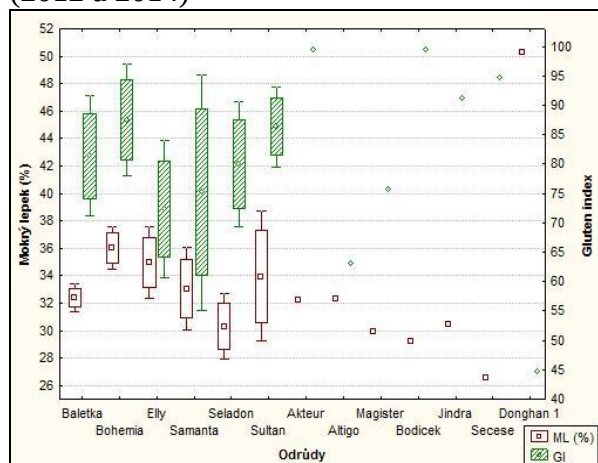
Graf 2. Výnos zrna u souboru českých odrůd pěstovaných na lokalitě Shandong (2012 a 2014)



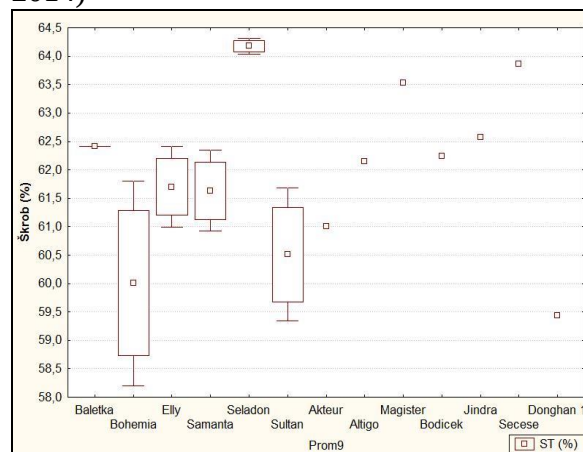
Graf 3. Obsah HB a hodnoty ZS u českých odrůd pěstovaných na lokalitě Shandong (2012 a 2014)



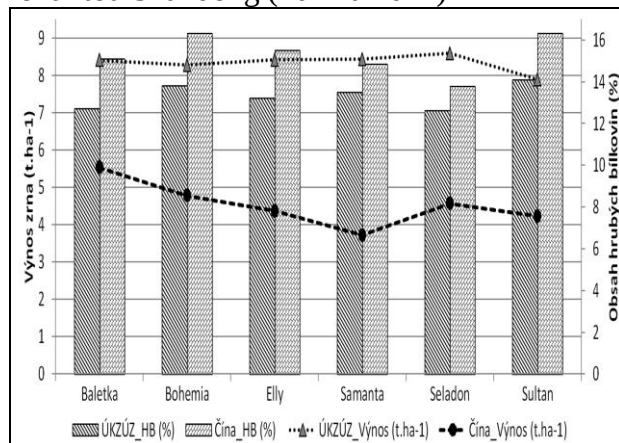
Graf 4. Obsah ML a hodnota GI u českých odrůd pěstovaných na lokalitě Shandong (2012 a 2014)



Graf 5. Obsahu ST u souboru českých odrůd pěstovaných na lokalitě Shandong (2012 a 2014)

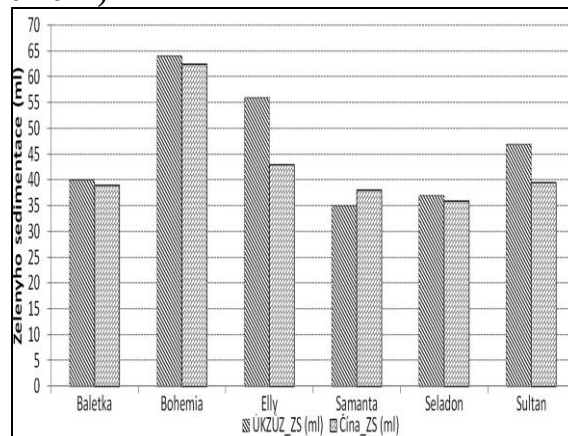


Graf 6. Porovnání výnosu a obsahu HB u vybraných pšeničných odrůd v rámci víceletých zkoušek ÚKZÚZ (2009 - 2012*) a čínskou lokalitou Shandong (2012 a 2014)



*V případě odrůdy Samanta jsou výsledky ÚKZÚZ z období 2008 – 2010

Graf 7. Porovnání hodnot ZS u pšeničných odrůd ve zkouškách ÚKZÚZ (2009 - 2012*) a čínskou lokalitou Shandong (2012 a 2014)



Poděkování

Výsledky byly získány při řešení projektu MŠMT LH 12159

Použitá literatura

- Dvořáček V., Madaras M. 2015: Variability of starch content, relative viscosity and other significant grain parameters of winter wheat cultivated under different irrigation level. Proceedings of the 11th International Conference on Polysaccharides-Glycoscience, Prague 7th – 9th October, 86-89.
- Li J., Pu L., Han M., Zhu M., Zhang R., Xiang Y. 2014: Soil salinization research in China (Advances and prospects). J. Geogr. Sci., 24(5): 943-960.
- Pospíchalová T. 2011: Průvodce po provincii Shandong (prototyp). Bakalářská diplomová práce, UP Olomouc, pp. 111.
- Shahzad A., Iqbal M., Asif M., Hirani A.H., Goyal A. 2013: Growing wheat on saline lands: Can a dream come true? Australian Journal of Crop Science, 7(4): 515-524.
- Wang Y., Frei M., 2011: Stressed food – The impact of abiotic environmental stresses on crop quality. Agriculture, Ecosystems and Environment 141: 271– 286
- Xiao D., Tao F. 2014: Contributions of cultivars, management and climate change to winter wheat yield in the North China Plain in the past three decades. Europ. J. Agronomy 52, 112–122.
- Yang X., Wu L., Zhu Z., Ren G., Liu S. 2014: Variation and trends in dough rheological properties and flour quality in 330 Chinese wheat varieties. The Crop Journal 2: 195-200.

Kontaktní adresa:

RNDr. Mikuláš Madaras, Ph.D.
 Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i.
 Drnovská 507, 161 06 Praha 6 – Ruzyně
madaras@vurv.cz

TVORBA NOVÝCH GENOTYPŮ A HODNOCENÍ VYBRANÝCH PARAMETRŮ KVALITY SEMENE RESYNTETIZOVANÉ ŘEPKY

Development of New Genotypes and Evaluation of Selected Seed Quality Parameters in Resynthesized Rape

Alois Hilgert-Delgado¹, Viktor Vrbovský², Lenka Endlová², Milan O. Urban¹, Miroslav Klíma¹

¹Výzkumný ústav rostlinné výroby, v. v. i., Praha

²OSEVA vývoj a výzkum s.r.o., Výzkumný ústav olejin, Opava

Abstrakt

Cílem práce bylo stanovit zastoupení mastných kyselin (MK) v oleji resyntetizovaných řepok a nalézt vztah mezi koncentrací jednotlivých MK i profily výchozích rodičovských komponent a první generací kříženců s konvenční odrůdou Ladoga. Kromě zvýšeného obsahu kys. linolenové nebyly získány materiály se specifickým zastoupením dalších MK kyselin. Kromě již známého vztahu mezi obsahem kys. olejové a erukové, a linolové a linolenové, nebyl nalezen obecnější vztah, dle kterého by bylo možné na základě spektra MK rodičovských komponent predikovat spektrum MK u RS řepok.

Klíčová slova: kvalita oleje, mastné kyseliny, plynová chromatografie, resyntéza řepky

Abstract

The aim of the study was to determine the fatty acids (FAs) composition in oil of resynthesized (RS) rapeseeds and find a relationship between the concentrations of individual FAs, and between FA profiles of parental components and F1 crosses with the conventional variety Ladoga. In addition to the increased content of linolenic acid in several materials, specific contents of other FAs were not obtained. Apart from the known relationships between the content of erucic and oleic, or linoleic and linolenic acids there was no general relationship revealed, according to which it would be possible to predict FA profile of RS materials on the basis of FA profile of parental components.

Key words: oil quality; fatty acids, gas chromatography, rapeseed resynthesis

Úvod

Ve šlechtění řepky olejky (*Brassica napus* L.) je obvykle sledován jen relativně úzký okruh významných znaků a vlastností, což může vést k zúžení genetické variability. Na rozdíl od ostatních významných plodin nejsou pro rozšíření diverzity k dispozici zdroje „planých“ řepok (Prakash a Hinata 1980). K tomuto účelu lze však využít tzv. resyntetizovanou řepku, uměle vytvořenou z výchozích druhů – řepice a zelné brukve – křížením, kultivací nezralých vajíček, embryo rescue, dopěstováním celistvých rostlin a zdvojením chromozómové sádky (Hilgert et al. 2014, 2015a). Resyntetizované (RS) materiály mohou být potenciálním zdrojem specifického složení mastných kyselin (MK) v oleji, které by bylo možné přenést křížením do konvenční řepky. Vedle zvýšeného podílu žádoucích MK (např. olejové, linolové, linolenové) se u nich dá naopak očekávat i vyšší obsah antinutričních látek (kys. erukové, glukosinolátů). Vhodnou kombinací rodičovských komponent a křížením s konvenčními odrůdami by bylo žádoucí maximalizovat, resp. fixovat podíl pozitivních, resp. snižovat zastoupení antinutričních MK již v raných fázích šlechtění. Předběžné výsledky naznačují, že vliv výchozích komponent na kvalitu oleje RS genotypů, resp. redukce nežádoucích MK křížením s konvenčními odrůdami nemusí být jednoznačný, resp. efektivní (Hilgert et al. 2015b).

Cílem práce bylo porovnat zastoupení mastných kyselin v oleji vybraných výchozích komponent, výsledných resyntetizovaných materiálů a kříženců konvenční odrůdy s RS materiály a případně nalézt vztah mezi profily MK jednotlivých generací, využitelný k predikci optimálních kombinací výchozích komponent v procesu resyntézy a jejího využití ve šlechtění řepky olejky.

Materiál a metody

Mateřskými komponenty byly dva genotypy jarní řepice Jumbuck a Ante s vysokou kvalitou oleje, šlechtitelský materiál vodnice V17 a dva genotypy ozimé řepice Izumrudnaja a Brachina. Otcovskými komponenty byla dihaploidní linie zelí (*B. oleracea* convar. *capitata*) Vysocké AIK a tři genotypy kadeřávku (*B. oleracea* var. *sabellica*) Scarlet, Vates a Kapral. Sedm RS materiálů bylo vytvořeno dle optimalizovaného postupu (Hilgert et al. 2015a), přemnoženo samoopylením v poupěti a kříženo s konvenční odrůdou ozimé řepky Ladoga na pracovišti Výzkumného ústavu rostlinné výroby, v.v.i. (Tab. 1).

Protože u většiny RS materiálů bylo k dispozici jen omezené množství semen (z důvodu autoinkompatibility RS genotypů a tudíž nutnosti jejich přemnožení opylováním v poupatech), analýza mastných kyselin u všech genotypů probíhala metodou plynové chromatografie, optimalizovanou pro minimální navážku vzorku (Endlová et al. 2014) na pracovišti OSEVA vývoj a výzkum s.r.o. Opava.

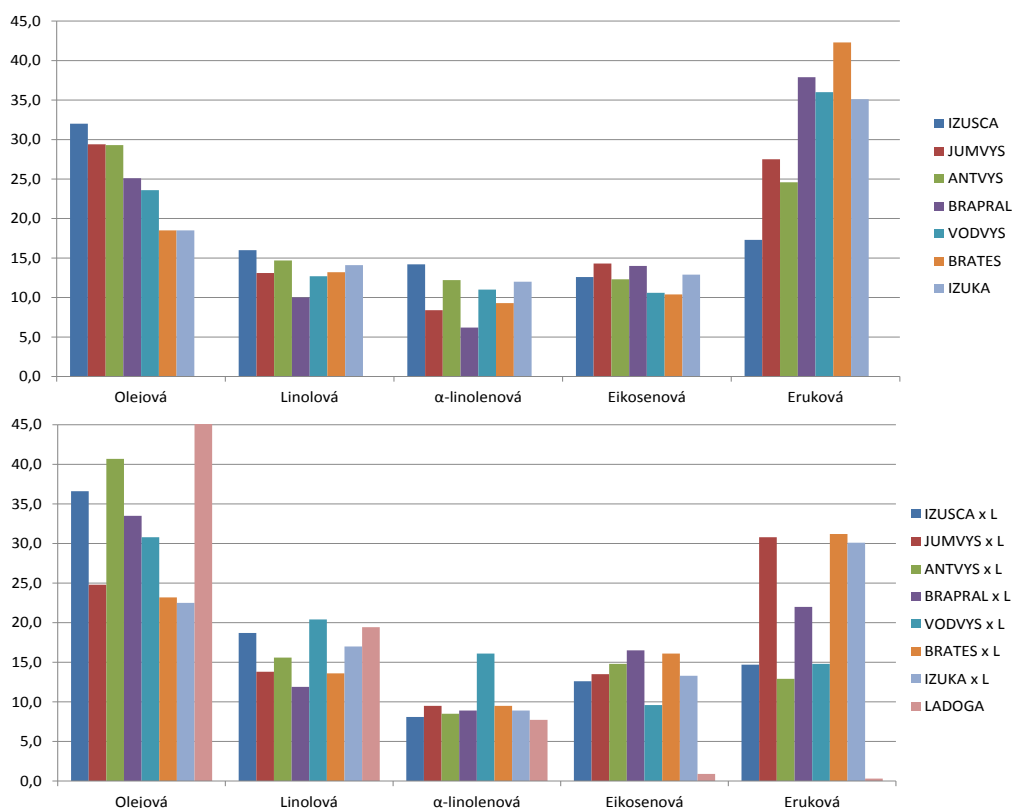
Tab.1: Zastoupení mastných kyselin v oleji výchozích materiálů, RS genotypů a jejich F₁ kříženců s konvenční odrůdou Ladoga

Mastné kyseliny [%]	palmitová	stearová	olejová	linolová	α -linolenová	arachová	eikosenová	eikosadienová	behenová	eruková	dokosadienová	dokosahexanová	lignocerová
	16:0	18:0	18:1	18:2	18:3	20:0	20:1	20:2	22:0	22:1	22:2	22:6	24:0
Výchozí genotyp													
Ante (ANT)	3,4	1,4	59,0	22,1	12,4	0,3	1,0	0,1	0,1	stopy	stopy	0,1	0,2
Jumbuck (JUM)	3,8	1,6	53,2	25,7	13,7	0,4	1,0	0,1	0,2	0,2	stopy	0,1	0,3
Brachina (BRA)	2,9	1,0	25,8	18,5	9,2	0,6	9,0	0,6	0,7	30,2	0,4	0,2	1,2
Izumrudnaja (IZU)	3,0	0,9	15,4	17,7	9,5	0,6	8,8	0,7	0,7	40,9	0,7	0,2	1,4
V17 (VOD)	2,7	1,1	14,5	14,8	8,7	0,8	10,9	0,7	0,8	43,5	0,6	0,3	1,2
Vysocké (VYS)	3,8	0,6	27,9	10,4	8,2	0,4	9,2	0,3	0,4	37,4	0,3	0,1	1,3
Vates (TES)	3,8	0,6	18,8	15,0	9,4	0,4	8,3	0,5	0,5	41,3	0,5	0,2	1,2
Kapral (PRAL)	5,2	0,6	15,9	20,0	13,1	0,3	6,1	0,7	0,4	35,5	0,8	0,2	1,3
Scarlet (SCA)	6,0	0,7	10,2	16,2	12,7	0,5	6,8	0,7	0,5	43,1	1,2	0,3	1,3
Ladoga (L)	3,9	1,5	64,8	19,4	8,4	0,2	0,9	0,2	0,1	0,3	0,1	0,1	0,1
RS genotyp													
IZUSCA	5,5	1,0	32,0	16,0	14,2	0,4	12,6	0,4	0,1	17,3	0,1	stopy	0,2
JUMVYS	3,5	1,0	29,4	13,1	8,4	0,5	14,3	0,5	0,2	27,5	0,2	0,1	1,4
ANTVYS	3,0	1,2	29,3	14,7	12,2	0,5	12,3	0,5	0,2	24,6	0,1	0,1	1,2
BRAPRAL	2,4	1,2	25,1	10,0	6,2	0,8	14,0	0,3	0,4	37,9	0,2	0,2	1,1
VODVYS	2,5	0,7	23,6	12,7	11,0	0,4	10,6	0,5	0,3	36,0	0,3	0,2	1,2
BRATES	2,3	0,7	18,5	13,2	9,3	0,5	10,4	0,6	0,5	42,3	0,6	0,1	0,9
IZUKA	3,2	1,0	18,5	14,1	12,0	0,6	12,9	0,7	0,3	35,1	0,4	0,2	1,2
RS genotyp × Ladoga													
ANTVYS × L	3,6	1,8	40,7	15,6	8,5	0,6	14,8	0,3	0,2	12,9	stopy	0,1	0,7
IZUSCA × L	6,0	1,6	36,6	18,7	8,1	0,6	12,6	0,4	0,2	14,7	0,1	0,1	0,3
BRAPRAL × L	3,7	1,5	33,5	11,9	8,9	0,6	16,5	0,4	0,2	22,0	0,1	0,1	0,6
VODVYS × L	5,8	1,2	30,8	20,4	16,1	0,4	9,6	0,5	0,1	14,8	0,1	stopy	0,2
JUMVYS × L	3,3	1,1	24,8	13,8	9,5	0,7	13,5	0,5	0,4	30,8	0,2	0,2	1,1
BRATES × L	2,9	0,9	23,2	13,6	9,5	0,5	16,1	0,6	0,2	31,2	0,2	0,1	0,8
IZUKA × L	3,7	1,2	22,5	17,0	8,9	0,6	13,3	0,6	0,3	30,1	0,3	0,1	1,4

Výsledky a diskuse

Analýzy profilů mastných kyselin ukázaly, že všechny RS materiály měly vysoce nadlimitní obsah kyseliny erukové (17,3 – 42,3 %, konvenční odrůdy do 0,1 %), podlimitní zastoupení kyseliny olejové (18,5 – 32,5 %, běžné odrůdy 60 – 70 %) a vysoký obsah kys. eikosenové (10,4 – 14,3 %, běžné odrůdy okolo 1 %), viz tabulka 1. Dvě prvně zmíněné kyseliny byly ve vzájemné negativní korelaci (obr. 1A). U dalších MK (linolové, linolenové a eikosenové) významná korelace nebyla ve vztahu ke kys. olejové a erukové zaznamenána (obr. 1A), pozitivní korelace byla zjištěna mezi kys. linolovou a linolenovou. Profil MK se u RS materiálů BRATES a IZUKA blížil tzv. vysokoerukovým odrůdám řepky, u kterých kys. eruková tvoří zhruba polovinu všech mastných kyselin a zastoupení kys. olejové je pouze okolo 15 %. U některých RS řepok byl zaznamenán zvýšený podíl kys. linolenové ve srovnání

s konvenčními odrůdami (IZUSCA 14,2 %, ANTVYS 12,2 %, IZUKA 12,0 %), ostatní kyseliny (linolová, palmitová, stearová a 6 dalších minoritních) jsou svým zastoupením srovnatelné s běžně pěstovaným sortimentem odrůd.



Obr. 1: Zastoupení vybraných mastných kyselin (%) v oleji RS materiálů (A) a jejich kříženců s konvenční odrůdou (B). A – řazeno sestupně dle kys. olejové; B – řazeno dle pořadí genotypů z obr. A

F₁ hybridy RS řepok s odrůdou Ladoga jako otcovskou komponentou nevykázaly dramatické snížení koncentrace kys. erukové. Protože i zde byla zaznamenána negativní korelace s kys. olejovou, zvýšení zastoupení této MK bylo jen dílčí, v jednom případě došlo i k jejímu poklesu (obr. 1B). Toto je v souladu s výsledky screeningu pomocí Near-infrared Spectroscopy (NIRS), kde se jako donory kvality používaly Ladoga a Cadeli (Hilgert et al 2015b). Na rozdíl od RS řepok byla zjištěna negativní korelace mezi kys. linolovou a eikosenovou a žádný vztah mezi výše zmíněnými kyselinami a kys. linolenovou. V průměru došlo k mírnému nárůstu obsahu kys. linolové a k nevýraznému poklesu u kys. linolenové a žádným změnám u kys. eikosenové; zajímavostí byl genotyp VODVYS, kde u jeho F₁ křížence s Ladogou byl nárůst zastoupení kys. linolenové významnější (z 11,0 na 16,1 %, Ladoga 7,7 %).

Nepotvrdil se předpoklad, že zařazením řepic s vysokou kvalitou oleje do resyntézy jako mateřských komponent bude tato kvalita přenesena příslušnou měrou i do výsledných RS řepok. Např. u jarních řepic Ante a Jumbuck se stopovým obsahem kys. erukové a vysokým zastoupením kys. olejové (59,0 resp. 53,2 %) po resyntéze se zelím cv. Vysoké, které vykazuje mezi použitými otcovskými komponentami relativně vysoký obsah kys. olejové a nižší zastoupení kys. erukové (Tab. 1), výsledné RS řepky se u zastoupení kys. olejové blíží otcovské komponentě a koncentrace kys. erukové je stále vysoce nadlimitní (Tab. 1).

Nepotvrdil se ani další předpoklad, že křížením RS řepok s nevyhovující kvalitou oleje a odrůdy řepky s vysokou kvalitou dojde k výraznému zlepšení parametrů už v první generaci po křížení. U kys. olejové došlo v optimálním případě ke zlepšení o cca 1/3 původního

zastoupení, u kys. erukové došlo ve dvou případech ke snížení jejího obsahu zhruba na polovinu (ANTVYS, VODVYS), podobně jako již publikované výsledky křížení ANTVYS s donorem kvality Cadeli (Hilgert et al. 2015b). Přesto je její zastoupení stále vysoce nadlimitní.

Na druhou stranu byly získány RS řepky se zvýšeným zastoupením kys. linolenové (12 – 14 %) než mají konvenční odrůdy. Zajímavostí je i výrazný nárůst kys. linolenové po křížení VODVYS s Ladogou, kde podobných hodnot nedosahuje žádný z mateřských komponent; obdobných výsledků dosáhl Lu et al. (2001), kde například u jedné RS řepky byla koncentrace kys. linolenové 9,8%, u konvenční řepky 6,2% a výsledný F₁ hybrid dosáhl podílu 18,5 %.

Závěr

Na základě analýz MK u sedmi RS genotypů lze konstatovat, že kromě zvýšeného obsahu kys. linolenové u několika z nich nebyly získány materiály se specifickým složením u dalších významných a/nebo ostatních minoritních mastných kyselin. Kromě již známého vztahu mezi obsahem kys. olejové a erukové, a linolové a linolenové nebyl nalezen obecnější vztah, dle kterého by bylo možné na základě spektra MK výchozích komponent odhadnout výsledné spektrum RS řepky. Pro získání zajímavých spekter MK k rozšíření diverzity v této oblasti bude proto nezbytné buď výrazně rozšířit genofond RS řepky, nebo využít metod mutagenese a transgenóze.

Dedikace

Práce byla podpořena projekty Ministerstva zemědělství č. QJ1510172 a RO 0414.

Použitá literatura

- Endlová L., Vrbovský V., Klíma M., Navrátilová Z (2014): Hodnocení skladby mastných kyselin v dělohách mikrosporových embryí řepky olejky (*Brassica napus*). Úroda 12/2014, vědecká příloha časopisu.
- Hilgert A., Klíma M., Urban M. (2014): Efektivní resyntéza řepky pomocí techniky Ovule culture. Úroda 12/2014, vědecká příloha časopisu.
- Hilgert-Delgado A., Klíma M., Viehmannová I., Urban M.O., Fernández-Cusimamani E., Vyvadilová M. (2015): An effective method of resynthesized oilseed rape embryo production via ovule culture of different crosses between winter turnip rape and curly kale. *Plant, Cell, Tissue and Organ Culture* 120:191–201.
- Hilgert-Delgado A., Vrbovský V., Endlová L., Klíma M. (2015b): Parametry kvality semen u vybraných resyntetizovaných řepky a donorů kvality stanovené pomocí NIRS Sborník abstraktů 14. Konference experimentální biologie rostlin P10–1: 92.
- Lu C. M., Zhang B., Kakihara F., Kato M. (2001): Introgression of genes into cultivated *Brassica napus* through resynthesis of *B. napus* via ovule culture and the accompanying change in fatty acid composition. *Plant Breeding* 120:405–410.
- Prakash S., Hinata K. (1980): Taxonomy, cytogenetics and origin of crop Brassicas, a review. *Opera Bot* 55:1–57.

Kontaktní adresa:

Mgr. Alois Antonín Hilgert-Delgado
Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i.
Drnovská 507/73, 161 06 Praha 6 – Ruzyně
e-mail: hilgert@vurv.cz

VÝZNAM GENOVÉ BANKY PRO ZACHOVÁNÍ GENETICKÉ DIVERZITY ŠLECHTĚNÍ HRACHU (*PISUM SATIVUM* L.)

Importance of gene bank for conservation of genetic diversity of breeding pea (*Pisum sativum* L.)

Huňady I.¹, Hýbl M.², Ludvíková M.¹, Dostálová R.¹, Smýkal P.³

¹ Agritec Plant Research s.r.o., Šumperk

² Centrum regionu Haná pro biotechnologický a zemědělský výzkum, VURV v.v.i., Olomouc

³ Přírodovědecká fakulta univerzity Palackého v Olomouci

Abstrakt

Z genové banky VIR Petrohrad (VIR) bylo na základě společného výzkumného projektu získáno 69 genových zdrojů hrachu setého, (*Pisum sativum* L. ssp.). Jako kontrolní odrůdy byly zvoleny odrůdy hrachu setého zrnového (*Pisum sativum* L. ssp. *sativum* var. *sativum*) – Sponsor a Zekon a hrachu setého pelušky (*P. sat.* L. ssp. *arvense*) – Arvika. Byla provedena fenotypizace genových zdrojů, data byla následně statisticky vyhodnocena. Zároveň byla z genových zdrojů izolována DNA a vzorky byly pomocí molekulárních metod testovány na rezistenci/senzitivitu k PSbMV (viru semenem přenosné mozaiky hrachu). Pro molekulární analýzu genetické diverzity a struktury souboru byly použity retrotransposonové markery ve formátu RBIP (inzerční polymorfismus založený na retrotranspozonech). Vybrané a ověřené genetické zdroje (VIR) byly přímo využity jako výchozí komponenty iniciačního křížení s cílem vytvoření nových genotypů hrachu.

Klíčová slova: hrách setý, genové zdroje, genetická diverzita, PSbMV, RBIP

Abstract

69 pea accessions were obtained from gene bank VIR St Petersburg. As a control cultivars were chosen cultivars of field peas (*Pisum sativum* L. ssp. *sativum* var. *sativum*) - Sponsor and Zekon and fodder pea (*P. sat.* L. ssp. *arvense*) - Arvika.

Phenotyping of accessions was carried out and data were subsequently statistically processed.

DNA was isolated and resistance/sensitivity to PSbMV P1 virus (Pea Seed-borne Mosaic Virus Pathotype 1) was analysed by molecular methods. Molecular analysis of genetic diversity and structure of set of accessions were carried out based on RBIP markers (retrotransposon based insertion polymorphism). Selected and genetic resources (VIR) were used as the starting components of initiating crossing with the aim of creating new pea genotypes.

Key words: pea, genetic resources, genetic diversity, PSbMV, RBIP

Úvod

Morfologická stavba rostlin hrachu setého je obecně známá a je hodnocena na základě klasifikátoru rodu *Pisum* (Pavelková, 1986). Jako výsledek spontánní mutace objevil Goldenberg (1965) tzv. *afila* typ rostliny hrachu (s redukovanou listovou plochou), která měla přeměněny listy na úponky. Obdobný typ hrachu cestou indukované mutace získal později Jaranowski (1976) a začal ho využívat ve šlechtitelských programech. Seznam doporučených odrůd hrachu (ÚKZÚZ, 2015) obsahuje výhradně odrůdy s redukovanou listovou plochou a velmi malou variabilitou zásobních semenných látek. Hrách trpí řadou patogenů, k nejběžnějším a nejdestruktivnějším patří virózy. Nejspolehlivější formou kontroly je genetická rezistence. PSbMV, virus semenem přenosné mozaiky hrachu (*Pea Seed-borne Mosaic Virus*) patří do rodu *Potyvirus*, způsobuje závažné ztráty kvality a výnosu u mnoha druhů. Byly identifikovány dva clustery recesivních genů pro rezistenci k různým potyvírům na chromozomech II a IV. Bylo prokázáno, že v případě lokusu *sbm-1* se jedná o gen kódující eukaryotní translační iniciační faktor 4E (*eIF4E*), který je zodpovědný za rezistenci k různým potyvírům. Rezistence k virovým patogenům rodu *Potyvirus* zprostředkovaná tímto genem byla rovněž popsána u celé řady jiných druhů rostlin. Byla také doložena interakce mezi

eIF4E proteinem hostitele a VPg proteinem viru, respektive eIF4E(iso) a proteinem *sbm-2* lokusu. Homologní gen *eIF4E(iso)*, *LGII* byl nalezen v těsné vazbě k *sbm-2* lokusu.

Cílem naší práce bylo získat, charakterizovat a uchovat genové zdroje (GZ) hrachu setého s odlišnými morfologickými a hospodářskými znaky pro rozšíření genetické variability českého šlechtění a vybrané GZ využít k vytváření nových genotypů hrachu.

Materiál a metody

Rostlinný materiál a vedení polních pokusů

Z genové banky VIR Petrohrad (RUS) bylo na základě společného výzkumného projektu získáno 69 GZ hrachu setého (*Pisum sativum* L. ssp.). Získané osivo bylo vyseto a ve fázi kvetení byla na základě klasifikátoru rodu *Pisum* L. (Pavelková a kol., 1986) provedena morfologická hodnocení. Ve stejné růstové fázi byly z každého GZ odebrány lístky za účelem izolace DNA. Získaná data byla statisticky vyhodnocena statistickými programy STATISTICA Cz ver. 10 (StatSoft, Inc., 2011) a NTSYSpc ver. 2.20L (Applied Biostatistic, Inc., 2006).

Izolace DNA

Z lístků odebraných ve fázi kvetení byla izolována DNA, která byla následně použita pro analýzu polymerázovou řetězovou reakcí (PCR). Odebraný rostlinný materiál byl homogenizován a uchován při -70°C . Genomová DNA byla izolována pomocí komerčního kitu Invisorb® Spin Plant Kit (Invitek, Německo), dle protokolu výrobce. Takto izolované vzorky jsou dlouhodobě uchovávány při -20°C .

PCR

Byl použit genově specifický marker pro detekci rezistence/senzitivity k PSbMV. Pro amplifikaci *eIF4E* genu rezistence byl použit teplotní profil a složení reakční směsi včetně primerů (750F + 586g-R) dle certifikované metodiky (Smýkal, 2011). Pro molekulární analýzu genetické diverzity a struktury byly použity retrotransposonové markery ve formátu RBIP (lokus specifické retrotransposonové inserce). Pro amplifikaci RBIP markerů byly použity teplotní profily, primery a složení reakční směsi dle publikací (Jing a kol., 2005, 2010). Produkty PCR reakce byly rozděleny na 1,5% agarózovém gelu barveném ethidium bromidem, nasvíceny UV světlem a nasnímány. Získaná RBIP data byla statisticky vyhodnocena statistickými programy NTSYSpc ver. 2.20L (Applied Biostatistic, Inc., 2006), distribuce genetických vzdáleností (Dice koef.) v souboru byla hodnocena prostřednictvím programu DARwin ver. 5.0 (Apple Inc., 2009).

Křížení s cílem vytvoření nových genotypů hrachu

Pro tvorbu nových šlechtitelských materiálů byla použita rodokmenová metoda, která se běžně využívá při tvorbě nových linií a odrůd samosprašných rostlin hrachu. Křížení bylo provedeno s nejnovějšími registrovanými odrůdami ze seznamu SDO (Eso, Impuls, Audit a Astronoute) a GZ z VIR s deklarovanou úrovní rezistencí k virózám, houbovým chorobám a optimálními parametry zásobních semenných látek (N-látky, škrob).

Výsledky a diskuze

Fenotypizace GZ

Hrách je možno rozdělit podle tvaru děloh, resp. přítomnosti alel *R/r* (*r* – *rugosus*) na hrách setý zrnový – *Pisum sativum* L. ssp. *sativum* var. *sativum* (genotyp *RR* nebo *Rr*) vyznačující se kulatými hladkými semeny a hrách setý dřevňový (zahradní) – *P. sat.* L. ssp. *sativum* var. *medullare* (genotyp *rr*) se svrasklými semeny (Chloupek, 2000). V testovaném souboru bylo zjištěno 65 GZ typu *RR* a 4 typu *rr*. U GZ Primavil (ev. č. 6931) byl zjištěn nejrychlejší nástup fáze kvetení a to po 41 dnech což je v porovnání s kontrolními odrůdami o 18 dní dříve. Raný začátek kvetení zvýhodňuje rostlinu v konkurenci proti škůdcům, avšak způsobuje menší počet semen (3-4) v lusku (Weller a kol., 1997). Významným rozlišovacím

znakem rostlin hrachu je typ listů, který byl v našem případě převážně sudozpeřený (67 GZ), v současném seznamu doporučených odrůd hrachu však převládají výhradně odrůdy s redukovanou listovou plochou (ÚKZÚZ, 2015) v testovaném souboru byly 2 GZ (6434, 9098) tohoto typu. V průběhu vegetace byla rovněž hodnocena polní odolnost zkoušených GZ k *Mycosphaerella pinodes*, *Erysiphe pisi* a virovým onemocněním..

Statistické hodnocení výsledků fenotypizace

Získaná data byla statisticky vyhodnocena statistickými programy STATISTICA Cz ver. 10 (StatSoft, Inc., 2011) a NTSYSpc ver. 2.20L, který poskytuje možnost výpočtu koeficientu podobnosti pro fenotypová data (Applied Biostatistic, Inc., 2006).

Pro výpočet míry podobnosti (vzdálenosti) byla zvolen vzorec tzv. euklidovské vzdálenosti, která představuje standardní postup tohoto typu hodnocení. Výstupem je symetrická matice udávající hodnoty podobnosti jednotlivých GZ, případně lze výsledky vizualizovat formou dendrogramu (platí, že čím nižší koeficient podobnosti, tím podobnější GZ a naopak). Průměrná hodnota koeficientu podobnosti byla 10,01. Minimální hodnota (1,41) byla zjištěna mezi GZ Kamyshlovskiy mramorniy myelkyj 1584 a Bez nazvu 999. Maximální hodnota koef. podobnosti (17,07) byla zjištěna mezi GZ Primavil a K 38_2314.

Molekulární detekce rezistence k PSbMV

Při PCR detekci rezistence/ senzitivity k PSbMV je amplifikován produkt o délce 552 bp v případě senzitivního, nebo 502 bp v případě rezistentního vzorku. Na základě délek DNA fragmentů aplikovaných metodou PCR nebyl v testovaném souboru detekován žádný vzorek obsahující známou alelu rezistence k PSbMV. U vzorku 1589 byl amplifikován PCR produkt, který neodpovídal očekávaným délkám detekujícím rezistenci, či senzitivitu, což naznačovalo přítomnost nové alely. Vzorek byl následně sekvenován a přímé virologické testování potvrdilo novou alelu rezistence k PSbMV, což bylo popsáno v publikaci Konečná et al., (2014). Délky PCR produktů ostatních analyzovaných vzorků odpovídají rostlinám senzitivním k PSbMV.

Retrotransposonové markery (RBIP)

Byla provedena genotypizace DNA pomocí 28 RBIP lokusů tak, aby byl soubor kompatibilní s předchozími daty pro celkem již více než 8000 položek hrachu (Smýkal a kol., 2008, 2011, Jing a kol., 2010). Data byla uložena do souboru a následně provedena analýza genetické diverzity jak pomocí výpočtu genetické vzdálenosti pomocí Jaccardova koeficientu, tak při využití možnosti vizualizace výsledku pomocí UPGMA analýzy programem NTSYSpc ver. 2.20L. Rozdělení genetické vzdálenosti jednotlivých položek souboru ukazuje největší zastoupení mezi hodnotami 0,2 – 0,42 (koeficient Dice), což je spíše větší míra příbuznosti.

Využití získaných odrůd ve šlechtění

Vybrané a ověřené genetické zdroje (VIR) byly přímo využity jako výchozí komponenty iniciačního křížení s cílem vytvoření nových genotypů hrachu. V roce 2013 bylo ve skleníkových podmínkách provedeno 35 hybridních kombinací v skleníkových podmínkách a 15 hybridních kombinací v polních podmínkách. Množení F1 generace bylo realizováno v Chile ve firmě SEMILLAS BAER, což přispělo k urychlení šlechtitelského postupu. V roce 2014 byla v polních pokusech vyseta F2 generace na standardní srovnávací plochu 10 m². Na těchto parcelách, byly provedeny první selekce štěpícího hybridního materiálu. Z 12 hybridních populací, bylo provedeno celkem 106 výběrů kmenových matek (KM). Z každé kombinace bylo odebráno 4-11 rostlin. Ty byly rozbírány dle standardního šlechtitelského postupu (růstový typ – SF/LT, délka rostliny, výška nasazení 1. lusku, počet plodných pater, počet lusků, počet semen, hmotnost semen a HTS). Na základě standardních selekčních postupů byly vybrány 2 linie AGT 215.39 (Eso x Laga) a AGT 215.40 (Audit x Gome), které budou zařazeny do kolekce GZ a využity pro šlechtění nových odrůd.

Závěr

Práce přispěla k rozšíření genetické diverzity GZ v české národní kolekci a napomohla zefektivnění výzkumu a využívání GZ hrachu. K tomu přispělo získání semenných vzorků z genové banky VIR Petrohrad a informací o GZ rodu *Pisum* jako donorech významných hospodářských vlastností. Za pomoci polních testů a moderních molekulárních metod jsou tyto vlastnosti ověřovány. Jedním z cílů je následně vytvořit linie definovaných vlastností pro další použití ve výzkumné i šlechtitelské práci.

Dedikace: Tato práce byla podpořena grantem LH12227 - „Vzájemná výměna, hodnocení a efektivní využití genových zdrojů luskovin pocházejících z Ruska a České republiky“.

Seznam literatury:

- Goldenberg, J.,B.: „*afila*“, a new mutation in pea (*Pisum sativum* L.). Boletin Genetico, 1, 1965, 27–31.
- Chloupek, O.: Genetická diverzita, šlechtění a semenářství. Acad. Praha, 2, 2000, 113 – 115.
- Jaranowski, J.: Gamma-ray induced mutations in *Pisum arvense* L. s. l. Gen. Polonica 17, 1976, 479–495.
- Jing, R.,C., Knox, M.,R., Lee, J.,M., Vershinin, A., V., Ambrose, M., Ellis, T.,H.,N., Flavell, A.,J.: Insertional polymorphism and antiquity of PDR1 retrotransposon insertions in *Pisum* species. Genetics 171, 2005, 741–752.
- Jing, R., Vershinin, A., Grzebyta, J., Shaw, P., Smýkal, P., Marshall, D., Ambrose, M.,J., Ellis, T.,H.,N. and Flavell, A.,J.: The genetic diversity and evolution of field pea (*Pisum*) studied by high throughput retrotransposon based insertion polymorphism (RBIP) marker analysis. BMC Evolutionary Biology 10, 2010, 44.
- Konečná, E; Šafářová, D; Navrátil, M; Hanáček, P; Coyne, C; Flavell, A; Vishnyakova, M; Ambrose, M; Redden, R; Smýkal, P.: Geographical Gradient of the eIF4E Alleles Conferring Resistance to Potyviruses in Pea (*Pisum*) Germplasm. Plos One, 9:3, 2014.
- Pavelková, A., Moravec, J., Hájek, D., Bareš, I. a Sehnalová, J.: Klasifikační genus *Pisum* L. Výzkumný ústav rostlinné výroby Praha – Ruzyně. „Genové zdroje“ č. 32, 1986, 46.
- Smýkal P.: Molekulární detekce genu rezistence hrachu k viru mozaiky přenosné semenem (PSbMV). Certifikovaná metodika. Agritec Plant Research s.r.o., 2011, ISBN: 978-80-87360-08-8.
- Smýkal, P., Hýbl, M., Corander, J., Jarkovský, J., Flavell, A., Griga, M.: Genetic diversity and population structure of pea (*Pisum sativum* L.) varieties derived from combined retrotransposon, microsatellite and morphological marker analysis. Theor Appl Genetics 117 (3), 2008, 413 – 424.
- ÚKZÚZ: Obilniny a luskoviny 2015, seznam doporučených odrůd/přehled odrůd. ÚKZÚZ v Brně, NOÚ Brno, 2015, 125–136.
- Weller, J.L., Ried, J.B., Taylor, S.A., Murfet, I.C.: The genetic control of flowering in pea. Trends in Pl. Sci. 2, 11, 1997, 412–418.

Kontaktní adresa:

Ing. Igor Huňady
Agritec Plant Research s.r.o., Zemědělská 16, 787 01 Šumperk
hunady@agritec.cz

POROVNÁNÍ VÝNOSOVÉHO POTENCIÁLU ČESKÝCHA BULHARSKÝCH ODRŮD JETELŮ

The comparison of yield potential Czech and Bulgarian varieties of clover

Knotová D.¹, Vícha J.², Pelikán J.²

¹Zemědělský výzkum, spol. s r.o., Troubsko

²Výzkumný ústav pícninářský, spol. s r.o., Troubsko

Abstrakt

V roce založení a dvou užitkových letech byly zkoušeny čtyři české, tři bulharské odrůdy jetele lučního a jedna odrůda mezidruhového hybridu, odrůda Pramedi. Hodnoceny byly celkové roční výnosy zelené hmoty, sena a semene. Ve výnosech zelené hmoty, sena a semene byly zjištěny statistické rozdíly.

Klíčová slova: *Trifolium pratense* L.; české a bulharské odrůdy; výnosy

Abstract

In the year of establishment and next two years were tested four Czech, three Bulgarian varieties of red clover and one variety of interspecies hybrid, variety Pramedi. They evaluated the total annual yields of green mass, hay and seeds. In yields of green mass, hay and seed were found statistical differences.

Key words: *Trifolium pratense* L.; Czech and Bulgarian varieties; yields

Úvod

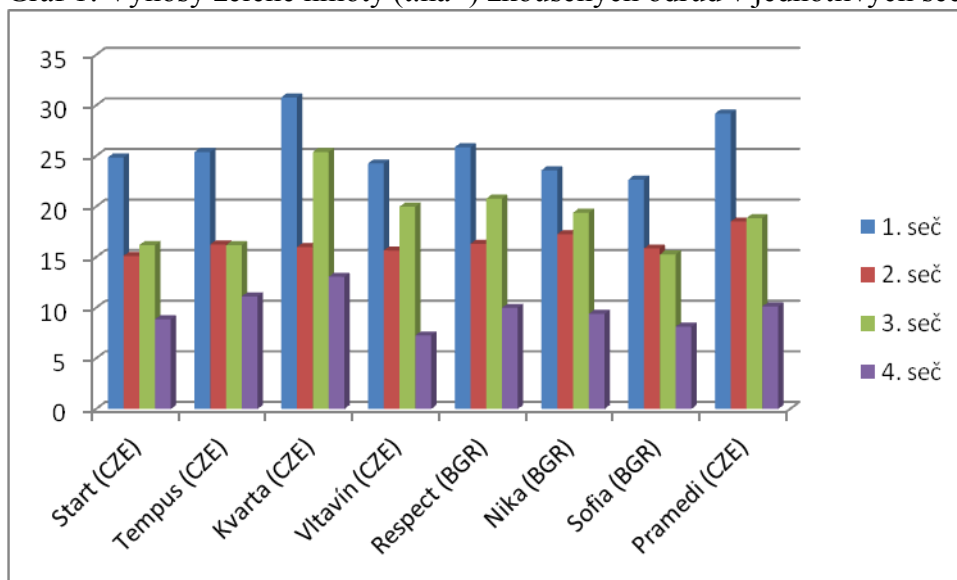
Za 21 roků trvání „Národního programu konzervace a využití genetických zdrojů kulturních rostlin a agrobiodiverzity“, financovaného MZe ČR, bylo pracovištěm získáno více než 240 tuzemských a zahraničních odrůd jetele lučního (*Trifolium pratense* L.). Veškeré tyto materiály byly přezkoušeny v polních pokusech, popsány a originální osivo předáno k dlouhodobému uskladnění v genové bance ve Výzkumném ústavu rostlinné výroby, v.v.i. v Praze – Ruzyni. S výsledky pokusů byla průběžně seznamována odborná veřejnost (Pelikán et al. 2003; 2005; 2007; Pelikán, Knotová 2010). Získaná data dále posloužila ke zpracování řady odborných a vědeckých prací (Pelikán et al. 2006; Vymyslický et al. 2006; 2012). Pro uživatele genetických zdrojů ze strany výzkumu a šlechtění je dokumentace přístupná na <https://grinczech.vurv.cz/gringlobal/search.aspx>.

Materiál a metody

V letech 2014 a 2015 byly v polním pokuse zkoušeny české diploidní odrůdy jetele lučního Start a Vltavín, české tetraploidní odrůdy Kvarta a Tempus a bulharské diploidní odrůdy Respect, Nika a Sofia. Dále byla do pokusu zařazena česká odrůda Pramedi, což je mezidruhový hybrid vzniklý křížením (*Trifolium pratense* L.) cv. Tatra a jetele prostředního (*T. medium* L.). Pokus byl založen metodou znárodněných bloků ve třech opakováních na píci a třech opakováních na semeno, při velikosti parcel 5 m². Při sklizni byly odebrány vzorky, které byly usušeny při 60° C a posloužily ke stanovení výnosů sena. Sklizeň semene byla realizována ze 2. seči. Jako kontrola posloužila diploidní odrůda Start.

Výsledky

V prvním užitkovém roce (2014) byly sklizeny 4 seče zelené hmoty, jejichž výsledky jsou pro rozsáhlost uvedeny pouze v grafu 1. Ve všech sečích byly analýzou rozptylu zjištěny statistické rozdíly mezi zkoušenými odrůdami. S výjimkou 2. seče poskytla nejvyšší výnosy odrůda Kvarta, ve 2. seči poskytla nejvyšší výnos odrůda Pramedi. V první seči se výnosy zelené hmoty pohybovaly od 22,67 do 30,8 t.ha⁻¹, ve druhé seči od 15,13 do 16,33 t.ha⁻¹, ve třetí seči od 15,27 do 25,4 t.ha⁻¹ a ve čtvrté seči od 7,27 do 13,07 t.ha⁻¹.

Graf 1: Výnosy zelené hmoty ($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$) zkoušených odrůd v jednotlivých sečích v roce 2014

Celkové produkce jednotlivých odrůd v zelené hmotě a seně a výnosy semene 1. užitkového roku jsou uvedeny v tab. 1. Také ve všech těchto ukazatelích byly zjištěny statisticky průkazné rozdíly mezi zkoušenými odrůdami. Výnosy zelené hmoty se pohybovaly od 61,6 do 80 $\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$ a nejvyšší výnos zelené hmoty byl dosažen odrůdou Kvarta, dále následovaly odrůda Pramedi a bulharská odrůda Respect. Ve výnosech sena se výnosy pohybovaly od 11,89 do 14,8 $\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$ a nejvyšší produkce byla dosažena u bulharských odrůd v pořadí Respect, Sofia a Nika. Výnosy semene byly v roce 2014 nízké, pohybovaly se od 24,87 do 101,43 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ a nejvyšší výnos poskytly české odrůdy Start a Vltavín a dále bulharská odrůda Nika.

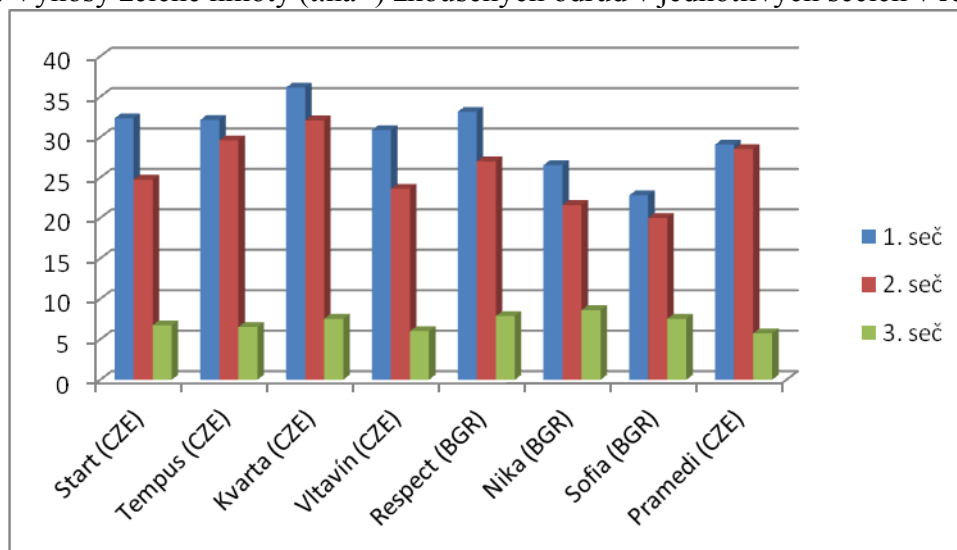
Tab. 1: Celkové produkce zelené hmoty, sena a semene zkoušených odrůd v 1. užitkovém roce (P: 0,05):

odrůda	zelená hmota		seno		semeno	
	$\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$	%K	$\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$	%K	$\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$	%K
Start (CZE)	65,07 ^{cd}	100,0	12,97 ^{bc}	100,0	101,43 ^a	100,0
Tempus (CZE)	71,53 ^{bc}	109,9	11,89 ^c	91,7	24,87 ^c	24,5
Kvarta (CZE)	80,00 ^a	123,0	14,58 ^{ab}	112,4	45,03 ^{bc}	44,4
Vltavín (CZE)	67,20 ^{cd}	103,3	12,50 ^c	96,4	82,86 ^{ab}	81,7
Respect (BGR)	73,00 ^{abc}	112,2	14,80 ^a	114,1	40,31 ^{bc}	39,7
Nika (BGR)	69,67 ^{bc}	107,1	14,59 ^{ab}	112,5	68,63 ^{abc}	67,7
Sofia (BGR)	61,60 ^d	94,7	14,74 ^a	113,7	53,09 ^{abc}	52,3
Pramedi (CZE)	76,80 ^{ab}	118,0	14,37 ^{ab}	110,8	25,79 ^c	25,4

Rok 2015 se vyznačoval nedostatkem srážek v průběhu vegetace a byly sklizeny 3 seče. Nedostatek srážek se projevil především na výnosech třetí seče, kdy v období mezi druhou a třetí sečí (období 46 dnů) bylo zaznamenáno 32 mm srážek. Výnosy jednotlivých sečí zelené hmoty jsou pro rozsáhlost uvedeny v grafu 2. Ve všech sečích byly opět analýzou rozptylu zjištěny statistické rozdíly mezi zkoušenými odrůdami. V 1. a 2. seči poskytla nejvyšší výnos odrůda Kvarta a ve 3. seči bulharská odrůda Nika. V první seči se výnosy zelené hmoty

pohybovaly od 22,8 do 36,13 t.ha⁻¹, ve druhé seči od 20 do 32,07 t.ha⁻¹ a ve třetí seči od 5,73 do 7,87 t.ha⁻¹.

Graf 2: Výnosy zelené hmoty (t.ha⁻¹) zkoušených odrůd v jednotlivých sečích v roce 2015



Celkové produkce jednotlivých odrůd v zelené hmotě, seně a semeni jsou uvedeny v tab. 2. Také v těchto ukazatelích byly zjištěny statistické rozdíly mezi zkoušenými odrůdami. V celkové produkci zelené hmoty se výnosy pohybovaly od 50,33 do 75,73 t.ha⁻¹ a nejvyšší hodnoty byly dosaženy odrůdami Kvarta, Vltavín a Tempus, ve výnosu sena pak výnosy pohybovaly od 10,97 do 14,19 t.ha⁻¹ a nejvyšší výnos dosáhla bulharská odrůda Respect, následovaná českými odrůdami Vltavín a Kvarta. Výnosy semene se pohybovaly od 103,97 do 30,99 kg.ha⁻¹, Nejvyšší výnos dosáhly bulharské odrůdy Respect a Nika a dále česká odrůda Vltavín.

Tab. 2: Celkové produkce zelené hmoty, sena a semene zkoušených odrůd ve 2. užitkovém roce (P: 0,05):

odrůda	Zelená		Seno		semeno	
	t.ha ⁻¹	%K	t.ha ⁻¹	%K	kg.ha ⁻¹	%K
Start (CZE)	63,80 ^{bc}	100,0	11,63 ^c	100,0	61,55 ^{bc}	100,0
Tempus (CZE)	68,27 ^{ab}	107,0	12,37 ^{bc}	106,6	33,43 ^d	54,3
Kvarta (CZE)	75,73 ^a	118,7	13,40 ^{ab}	115,2	30,99 ^d	50,4
Vltavín (CZE)	68,47 ^{ab}	107,3	14,19 ^a	120,9	63,23 ^b	102,7
Respect (BGR)	68,00 ^{ab}	106,6	14,59 ^a	125,4	103,97 ^a	169,0
Nika (BGR)	56,73 ^{cd}	88,9	11,35 ^c	97,5	91,20 ^a	148,2
Sofia (BGR)	50,33 ^d	78,9	10,97 ^c	94,3	55,41 ^{bcd}	90,0
Pramedi (CZE)	63,33 ^{bc}	99,3	11,92 ^{bc}	102,5	49,20 ^{bcd}	79,9
D _T 0,05	8,45		1,60		27,15	
D _T 0,01	12,64		2,39		40,63	

Závěr

Výnosy bulharských odrůd jetele lučního jsou, s výjimkou odrůdy Nika, v našich podmínkách srovnatelné s českými odrůdami. U odrůdy Nika byly zaznamenány dobré výnosy semene. Mezidruhový hybrid Pramedi prokázal dobrou výkonnost v zelené hmotě i seně a jeví se jako perspektivní pícní plodina pro podmínky České republiky. Jeho předností by mělo být, na rozdíl od jetele lučního, schopnost tvorby podzemních výběžků, pomocí nichž by se měl druhotně množit. Tím by mělo být zajištěno delší vytrvání rostlin na stanovišti, což ale nebylo předmětem zkoušení v tomto pokuse.

Dedikace

Výsledky byly dosaženy za podpory Národního programu konzervace a využití genetických zdrojů kulturních rostlin a biodiverzity, financovaného MZe ČR a institucionálních prostředků na rozvoj výzkumné organizace.

Použitá literatura

- Pelikán J., Gottwaldová P., Vymyslický T. (2007): Zhodnocení výnosového potenciálu odrůd jetele lučního. In: Badalíková: Aktuální poznatky v pěstování, šlechtění, ochraně rostlin a zpracování produktů. Brno, 2007. ISBN 978-80-86908-04-5: 219 - 224
- Pelikán J., Knotová D. (2010): Produkce píce u sortimentu odrůd jetele lučního. Úroda 12, vědecká příloha, s. 187-190
- Pelikán J., Meglič V., Hozlar P., Hauptvogel P. (2005): Výnosový potenciál odrůd jetele lučního (*Trifolium pratense* L.) v různých agroekologických podmínkách pěstování. Sbor. věd. prací Troubsko 2005 (15): 41 - 47
- Pelikán J., Vymyslický T., Gottwaldová P., Nedelník J. (2006): Correlations of some traits in diploid and tetraploid red clover (*Trifolium pratense* L.) accessions. In: Breeding and seed production for conventional and organic agriculture (Proceedings of XXVI meeting of the Eucarpia Fodder Crops and amenity grasses section and XVI Meeting of the Eucarpia Medicago spp group). Perugia, Italy, 2006: 230 – 233, ISBN-978-88-87652-12-3
- PELIKÁN, J., VYMYSLICKÝ, T., ZAPLETALOVÁ, I. (2003): Evaluation of the red clover assortment under the conditions of the Czech republic. Czech J. Genet. Plant Breed., 39 (Special Issue): 232-235.
- Vymyslický T., Pelikán J., Gottwaldová P., Nedelník J. (2006): The Czech core collection of *Trifolium pratense*. In: Breeding and seed production for conventional and organic agriculture (Proceedings of XXVI meeting of the Eucarpia Fodder Crops and amenity grasses section and XVI Meeting of the Eucarpia Medicago spp group). Perugia, Italy, 2006: 200 – 205, ISBN-978-88-87652-12-3
- Vymyslický T., Smarda P., Pelikán J., Cholastová T., Nedelník J., Moravcová H., Pokorný R., Soldánová M., Poláková M. (2012): Evaluation of the Czech core collection of *Trifolium pratense*, including morphological, molecular and phytopathological data. African Journal of Biotechnology Vol. 11(15), pp. 3583-3595, ISSN 1684–5315

Kontaktní adresa:

Ing. Daniela Knotová, Ph.D.
Zemědělský výzkum, spol. s r.o.
Zahradní 1, 664 41 Troubsko
knotova@vupt.cz

STUDIUM ODOLNOSTI VYBRANÝCH GENOTYPŮ PEKINGSKÉHO ZELÍ VŮČI NÁDOROVITOSTI BRUKVOVITÝCH

Resistance study of selected Chinese cabbage genotypes to clubroot

Kopecký P.¹, Hron K.², Hrůzová K.², Hýbl M.¹, Dušek K.¹

¹Centrum regionu Haná pro biotechnologický a zemědělský výzkum, VÚRV, v.v.i.

²Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého v Olomouci

Abstrakt

27 vybraných genotypů čínského zelí (*Brassica rapa* subsp. *pekinensis*) ze sbírky genetických zdrojů zelenin a speciálních plodin udržovaných Oddělením genetických zdrojů zelenin, léčivých a speciálních plodin Výzkumného ústavu rostlinné výroby, v.v.i. v Olomouci bylo v kontrolovaných podmínkách studováno na odolnost vůči *Plasmodiophora brassicae*. Nejodolnější testované genotypy čínského zelí byly 09H2700152, 09H2700157, 09H2700161, na druhé straně nejnáchylnější genotypy byly 09H2700148, 09H2700138 a 09H2700155.

Klíčová slova: *Plasmodiophora brassicae*, *Brassica rapa* subsp. *pekinensis*, genetické zdroje

Abstract

Twenty-seven selected genotypes of Chinese cabbage (*Brassica rapa* subsp. *pekinensis*) from collection of genetic resources of vegetables and special crops maintained by Department of Genetic Resources for Vegetables, Medicinal and Special Plants of Crop Research Institute in Olomouc were studied for resistance to *Plasmodiophora brassicae* under controlled conditions. The most resistant studied accessions of Chinese cabbage were 09H2700152, 09H2700157, 09H2700161, on the other hand the most susceptible cultivars were 09H2700148, 09H2700138 and 09H2700155.

Key words: *Plasmodiophora brassicae*, *Brassica rapa* subsp. *pekinensis*, genetic resources

Úvod

Pekingské zelí (*Brassica rapa* subsp. *pekinensis*) je jednoletá, dlouhodobní zelenina s krátkou vegetační dobou, která se pěstuje po celém světě pro svoji válcovitou až soudečkovitou hlávku tvořenou bezřapíkatými listy s širokými, bílými žebry a je velmi významná ve většině asijských zemí. Historie a původ je dobře zdokumentován (Li, 1982). Primitivní formy se objevily v 10. století a stále rostou v jižní Číně. Formy tvořící hlávky a listy se ztloustlými žebry se poprvé objevily v severní Číně ve 12. století. Do ostatních světadílů se však rozšířily až v 19. století (Nonnecke, 1989). V současné době je jednou z nejoblíbenějších a nejrozšířenějších listových zelenin i v ČR. Jedním z nejzávažnějších onemocnění pekingského zelí je *Plasmodiophora brassicae* (Voorrips, 1995), vnitrobuněčný parazit způsobující nádorovitost na kořenech brukvovitých. Vyskytuje se přibližně na 10 % pěstelských ploch (Crete, 1981) a způsobuje významné ztráty na výnosech (Dixon, 2009). Agrotechnická opatření k eliminaci tohoto patogena se projevila jako nedostatečná (Voorrips, 1995). Také chemická ochrana je nedostatečná (Kuginuki et al., 1999). Nejúčinnější je genetická ochrana, tj. pěstování tolerantních nebo rezistentních odrůd (Diederichsen et al., 2009) a proto jsme také zaměřili náš výzkum tímto směrem.

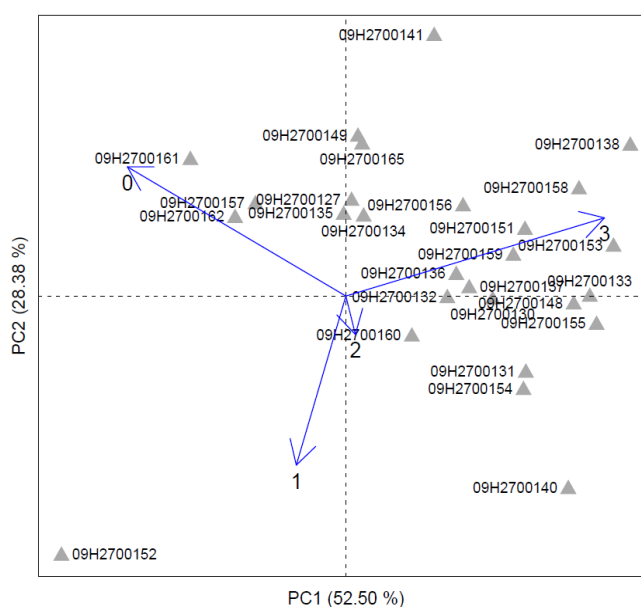
Materiál a metody

Pro hodnocení odolnosti bylo použito 27 vybraných genotypů pekingského zelí (*Brassica rapa* subsp. *pekinensis*) z kolekce genetických zdrojů brukvovitých zelenin udržovaných na pracovišti VÚRV, v.v.i. v Olomouci. 72 rostlin od každého genotypu bylo pěstováno ve třech opakováních v perlitu ve standardních podmínkách, délka dne byla 15 hodin a teplota 23 °C, teplota v noci byla 15 °C. Inokulace byla provedena „spodem“ dle publikované metodiky (Chytilová, Dušek, 2007). Pro tuto studii bylo použito směsné inokulum ras *P. brassicae*. Jako kontrola byla použita univerzálně vnímavá odrůda „Granaat“ (Dixon a Robinson, 1986).

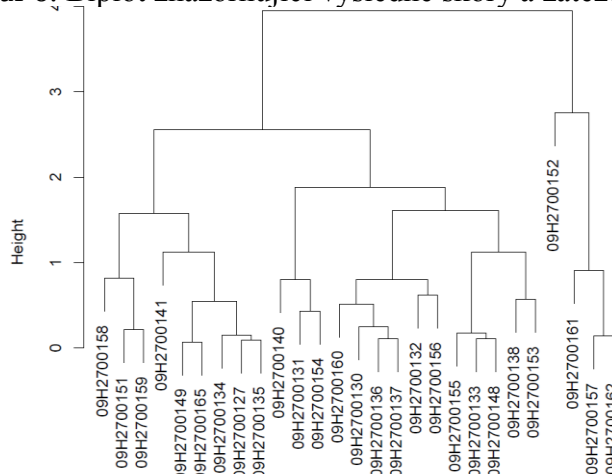
Rostliny byly hnojeny Kristalonem start a po 8 týdnech vyhodnoceny. Byl stanoven stupeň napadení dle Buczacki et al. (1975), vypočítáno procento rostlin ve stupni napadení 0-1 (SN_{0-1}) a také index napadení (DI). Kompoziční data výchozích pozorování byla převedena do centrovaných logratio (clr) souřadnic (Aitchison, 1986) a byly vhodně nahrazené nulové hodnoty (Martín-Fernández et al., 2015). Mnohorozměrná struktura datového souboru, vyjádřeného v clr souřadnicích, byla odhalena metodou hlavních komponent, jejímž grafickým výstupem je biplot (Aitchison a Greenacre, 2002). Jako další statistický nástroj bylo využito též hierarchické shlukování (Johnson a Wichern, 2007) v clr souřadnicích. Jeho výsledky byly zobrazeny pomocí dendrogramu. Statistická analýza byla provedena ve volně šiřitelném softwaru R (R Core Development Team, 2014).

Výsledky a diskuze

Porovnáním výsledků (Tab. 1) zjistíme, že odrůdou s nejnižší hodnotou DI z celého testovaného souboru je Tah-Tsai s evidenčním číslem (ECN) 09H2700152 a $DI=61,38$. Odolnější byly také krajové odrůdy Landrace (CHN 11) (ECN 09H2700161, $DI=71,82$) a Landrace (CHN 8) (ECN 09H2700157, $DI=75,79$). Naopak jako nejvímavější k napadení *P. brassicae* se projevila odrůda Nagaoka Champion (ECN 09H2700138, $DI=94,35$) a krajová odrůda Landrace (CHN 6) (ECN 09H2700155, $DI=94,35$). Méně než 2 procenta rostlin ve stupních napadení 0 a 1 (SN_{0-1}) se vyskytlo u Nagaoka Champion (09H2700138, $SN_{0-1}=1,79$), Landrace (CHN 10) (09H2700159, $SN_{0-1}=1,27$) a Landrace (CHN 6) (ECN 09H2700155), kde byly všechny rostliny silně napadené nebo byl jejich kořenový systém zcela deformovaný ($SN_{0-1}=0$). Genotypy s nejvyšším SN_{0-1} byly Landrace (CHN 11) (ECN 09H2700161, $SN_{0-1}=24,55$), Tah-Tsai (09H2700152, $SN_{0-1}=19,05$) a Landrace (CHN 8) (ECN 09H2700157, $SN_{0-1}=14,74$). Z biplotu (Graf 1) je zřejmé, že u rostlin převažuje vyšší intenzita napadení (pravá strana grafu) a relativnímu zastoupení jednotlivých intenzit přibližně odpovídají příslušné kvadranty. Genotyp 09H2700152 má největší relativní zastoupení u prvního stupně intenzity, nulová intenzita se nejvíce vyskytuje u genotypů 09H2700157 a 09H2700161. Intenzita napadení 2 vykazuje nejmenší variabilitu v datech, nejvíce je zastoupena u genotypů 09H2700131, 09H2700140, 09H2700154 a 09H2700160. Nejméně odolné genotypy v rámci celkové datové struktury jsou potom 09H2700138, 09H2700153 a 09H2700158. Uvedené výsledky jsou patrné i z dendrogramu (Graf 2) – data jsou rozdělena do tří velkých skupin (shluků), resp. do dvou a levá skupina se dále dělí do



Graf 6: Biplot znázorňující výsledné skóry a zátěže



Graf 2: Dendrogram znázorňující hierarchické shlukování

dvou podskupin. Samostatně stojící je genotyp 09H2700152, který se jeví jako odlehlá hodnota i v biplotu a který má nejnižší hodnotu DI, dále pak skupina 9H2700157, 09H2700161 a 09H2700162 – tyto vzorky se zdají být vůči napadení nejodolnější. Zbylé skupiny jsou tvořeny genotypy, které mají nejvíce shodné relativní zastoupení u jednotlivých typů napadení.

Získané výsledky z kontrolovaných podmínek budou ještě ověřeny v polních podmínkách.

ECN	Název	Stupeň napadení				Celkem rostlin	SN	DI
		0	1	2	3			
09H2700152	Tah-Tsai	3	9	46	5	63	19,05	61,38
09H2700161	Landrace (CHN 11)	19	8	20	63	110	24,55	71,82
09H2700157	Landrace (CHN 8)	9	5	32	49	95	14,74	75,79
09H2700159	Landrace (CHN 10)	0	1	43	35	79	1,27	81,01
09H2700127	Nagaoka 50 Days	3	2	19	34	58	8,62	81,61
09H2700160	Michihli	3	6	43	64	116	7,76	81,61
09H2700162	Landrace (CHN 12)	0	5	31	41	77	6,49	82,25
09H2700151	Shantung	1	1	39	42	83	2,41	82,33
09H2700140	Kyoto no. 2	1	9	46	88	144	6,94	84,49
09H2700135	Wong Bok	0	4	35	60	99	4,04	85,52
09H2700154	Landrace (CHN 5)	1	4	26	55	86	5,81	85,66
09H2700149	Round Leaved Santo	0	2	31	53	86	2,33	86,43
09H2700165	Granaat	0	3	43	77	123	2,44	86,72
09H2700134	Hilton	0	5	40	81	126	3,97	86,77
09H2700130	Qin Bai Liu Hao	1	2	15	39	57	5,26	87,13
09H2700141	Chitose Giant	4	1	23	70	98	5,10	87,41
09H2700132	Qin Bai Wu Hao	2	4	15	57	78	7,69	87,61
09H2700136	Nagaoka A-1 Spring	2	0	23	57	82	2,44	88,21
09H2700137	Nagaoka Pride	2	0	26	64	92	2,17	88,41
09H2700131	Qin Bai Si Hao	1	4	16	57	78	6,41	88,46
09H2700156	Landrace (CHN 7)	1	1	8	28	38	5,26	88,60
09H2700158	Landrace (CHN 9)	1	1	25	64	91	2,20	89,01
09H2700153	Landrace (CHN 4)	1	2	17	96	116	2,59	93,10
09H2700133	Qin Bai Er Hao	1	3	12	88	104	3,85	93,27
09H2700148	Nosaki Early	0	2	8	52	62	3,23	93,55
09H2700138	Nagaoka Champion	1	1	14	96	112	1,79	94,35
09H2700155	Landrace (CHN 6)	0	0	13	86	99	0,00	95,62

Tabulka 1: Hodnoty DI a SN₀₋₁ u hodnocených odrůd pekingského zelí

Závěr

Závěrem lze ze získaných výsledků pro pěstování na pozemku zamořeném *P. brassicae* jednoznačně doporučit odrůdu Tah-Tsai (09H2700152), která měla ze všech 27 testovaných genotypů pekingského zelí nejnižší index napadení a vysoké procento rostlin ve stupních napadení 0 a 1. Dále bychom také mohli doporučit krajové odrůdy Landrace (CHN 11) (09H2700161) a Landrace (CHN 8) (09H2700157). Naopak jako zcela nevhodné genotypy se jeví Nosaki Early (09H2700148), Nagaoka Champion (09H2700138) a především Landrace (CHN 6), který vykazoval index napadení 95,62 a ve stupních napadení 0 a 1 nebyla žádná

rostlina. Tyto výsledky budou v nejbližších letech ověřeny v polních podmínkách srovnáním výnosu z infekčního pole a nezamořeného kontrolního pozemku.

Dedikace

Výzkum je podporován projekty RO0415 (MZE); projekt č. LO1204 Udržitelný rozvoj výzkumu Centrum regionu Haná z Národního programu udržitelnosti I, MŠMT

Použitá literatura

- Aitchison, J. The statistical analysis of compositional data. Chapman and Hall, London, 1986.
- Aitchison, J., Greenacre, M. Biplots of compositional data. Applied Statistics, 2002, 51, s. 375-392.
- Buczacki, S.T., Toxopeus H., Mattusch P., Johnston T.D., Dixon, G.R. Hobolth, G.R. Study of physiological specialization in Plasmodiophora brassicae: proposals for attempted rationalisation through an international approach. Transaction of the British Mycological Society, 1975, 65, s. 295-303.
- Crete, R. Worldwide importance of clubroot. Clubroot Newsl, 1981, 11, s. 6-7.
- Diederichsen, E., Frauen, M., Linders, E.G.A., Hatakeyama, K., Hirai, M. Status and perspectives of clubroot resistance breeding in crucifer crops. J. Plant Growth Regul., 2009, 28, s. 265-281.
- Dixon, G.R., Robinson, D.L. The susceptibility of Brassica oleracea cultivars to Plasmodiophora brassicae (clubroot). Plant Pathology, 1986, 35, 1, s. 101-107.
- Dixon, G.R. The occurrence and economic impact of Plasmodiophora brassicae and clubroot disease. Journal of Plant Growth Regulation, 2009, 28, 3, s. 194-202.
- Chytilová, V., Dušek, K. Metodika testování odolnosti brukvovitých plodin k nádorovitosti. Metodika pro praxi, Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., 2007, 19 s.
- Johnson, R., Wichern, D. Applied multivariate statistical analysis (6th edn). Prentice-Hall, London, 2007.
- Kuginuki, Y., Hiroaki, Y., Hirai, M. Variation in virulence of Plasmodiophora brassicae in Japan tested with clubroot - resistant cultivars of Chinese cabbage (Brassica rapa L. spp. Pekinensis). Eur. J. Plant Pathol. 1999, 105, s. 327 - 332.
- Li, C.W. The origin, evolution, taxonomy and hybridization of chinese cabbage. Chinese cabbage. Proceedings of the first international symposium. AVRDC, 1981.
- Martín-Fernández, J.A., Hron, K., Templ, M., Filzmoser, P., Palarea-Albaladejo, J. Bayesian-multiplicative treatment of count zeros in compositional data sets. Statistical Modelling, 2015, 15, s. 134-158.
- Nonnecke, I.B.L. Vegetable Production. Van Nostrand Reinhold. New York, 1989, s. 657, ISBN 0-442-26721-5
- R Development Core Team R. A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2013. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>.
- Voorrips, R.E. Plasmodiophora brassicae: aspects of pathogenesis and resistance in Brassica oleracea. Euphytica 1995, 83, 2, s. 139-146.

Kontaktní adresa: Bc. Pavel Kopecký, Centrum regionu Haná pro biotechnologický a zemědělský výzkum, Oddělení genetických zdrojů zelenin, léčivých rostlin a speciálních plodin, Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Olomouc, kopecky@genobanka.cz

VLIV STRESU SUCHEM NA VYBRANÉ VÝNOSOTVORNÉ PARAMETRY ČÍNSKÝCH GENOTYPŮ PŠENICE OZIMÉ

Influence of drought stress on yield parameters of Chinese genotypes of winter wheat

Mayerová M.¹, Madaras M.¹, Stehlíková I.¹, Wu Chuntao²

*Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Praha
Agricultural Institute, Dongying Vocational College*

Abstrakt

V jednoletém nádobovém pokusu a dvouletém pokusu na zastřešeném záhonu jsme testovali vliv snížené dostupnosti vody na vybrané výnosotvorné parametry a výnos u 7 odrůd pšenice ozimé (6 čínských – Dong Ying 3, Dong 3, Dong 8, Ji Nan 17, Shannong 22, Dong South 3 a 1 česká Mulan). Efekt interakce odrůdy a varianty na sledované vlastnosti se ukázal jako významný ($P < 0,05$) v obou pokusech. K nejnižšímu poklesu výnosu stresované varianty oproti kontrole došlo u odrůdy Dong Ying 3, která vykazovala i nejmenší rozdíly mezi stresovanou variantou a kontrolou pro téměř všechny sledované parametry. Výnosové ztráty tato odrůda kompenzuje vysokým počtem zrn v klasu. Jako potenciálně suchovzdorná se jeví i odrůda Dong 3 s nejnižším poklesem sklizňového indexu v podmínkách sucha.

Klíčová slova: odrůdy, pšenice ozimá, stres suchem, výnosotvorné parametry

Abstract

Influence of drought on yield components of 7 winter wheat cultivars (6 Chinese, one Czech control) was tested in one-year pot and two-year roofed outdoor experiments. In both trials, the effect of interaction between treatment and cultivar was statistically significant. The lowest yield decrease in stressed conditions was recorded for cultivar 'Dong Ying 3', which compensated the yield decrease by high grain number in spikes. Other parameters changed only slightly for this cultivar. 'Dong 3' appeared also as a drought-resistant, as the decrease of the harvest index was small in stressed conditions.

Key words: genotypes, winter wheat, yield components, drought stress

Úvod

Dostupnost vody pro rostliny je klíčovým faktorem pro tvorbu výnosu zemědělských plodin. Citlivost k suchu se u plodin mění v průběhu vývoje, což souvisí s tvorbou výnosotvorných prvků a kvalitativních znaků. U obilnin je hlavním kritickým obdobím zejména kvetení a období nalévání zrna, ale i odnožování, které rozhoduje o počtu klasů a založení sekundárních kořenů (Haberle et al. 2008). Výnos zrna pozitivně koreluje s počtem produktivních odnoží, počtem zrn na klas, HTZ a délkou rostliny a klasu, přičemž tato korelace je těsnější v případě podmínek stresu suchem (Ivanova et Tsenov 2011). Genotypy s vyšším počtem zrn na klas vykazují v podmínkách snížené dostupnosti vody vyšší výnosy, naopak u genotypů s potenciálem vysokého počtu odnoží dochází ke snížení výnosu v důsledku úhynu odnoží v období nedostatku vody (Duggan et al. 2000).

Cílem této práce je hodnocení stresové reakce rostlin pšenice ozimé s různou úrovní tolerance vůči suchu v souvislosti s výnosovým potenciálem vybraných odrůd.

Materiál a metody

Nádobový pokus

Na základě našeho předchozího testování (Madaras et al. 2014, Mayerová et al. 2014) jsme vybrali potenciálně suchovzdorné odrůdy pšenice ozimé čínského původu, jejichž šlechtění probíhá na aluviálních půdách delty Žluté řeky (provincie Shannong, průměrná teplota vzduchu 13 °C, roční srážky 670 mm). Jako kontrolní variantu jsme zvolili českou odrůdu Mulan (středně raná odrůda s pekařskou jakostí A). Nádobový pokus byl umístěn

v regulované skleníkové kóji s teplotním režimem 20°C (12 h.) / 14°C (12 h.). Jarovizované rostliny (BBCH 21) jsme od 23.3.2015 pěstovali v 60 cm dlouhých plastových válcích o průměru 11 cm, vždy 5 rostlin na nádobu. Pokus probíhal ve 2 variantách ve 3 opakováních: kontrolní varianta (K) v režimu optimální závlivy (cca 75 % plného nasycení půdy) a varianta se sníženou dostupností vody (S) – upravený režim závlivy na cca 35 % plného nasycení půdy od BBCH 30. Tento režim trval až do sklizně.

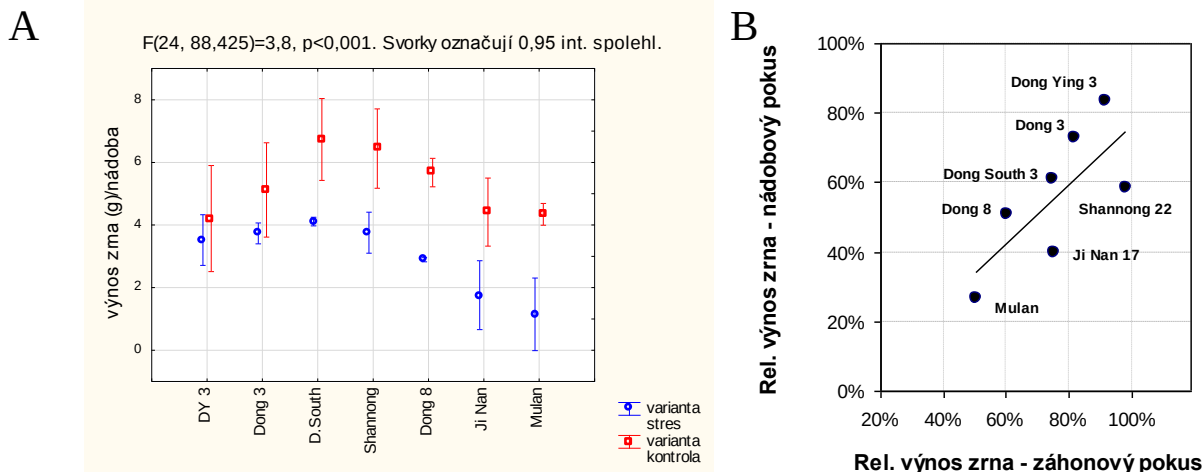
Test stresu suchem na zastřešeném záhonu

Záhonový pokus probíhal v Praze-Ruzyni ve dvou sezónách 2014 a 2015 pod průhledným zastřešením na parcelkách 0,8 m x 1m. U kontrolní varianty (K) byla vlhkost půdy udržována cca na 70-75% VVK, varianta se sníženou dostupností vody (S) byla od počátku sloupkováni zavlažovaná neperiodicky při výskytu symptomů zavadnutí u 50 % odrůd. Tento režim trval do sklizně. Před sklizní jsme odebrali zprostřed parcel 10 rostlin k podrobnějšímu hodnocení. U obou pokusů jsme hodnotili: délku rostliny, délku klasu, počet zrn na klas, HTZ, počet odnoží, výnos zrna, výnos sušiny nadzemní hmoty. Vliv odrůdy a varianty na výše uvedené parametry jsme hodnotili vícefaktorovou analýzou variance v programu STATISTICA 10.

Výsledky a diskuze

Vliv snížené dostupnosti vody na výnosy a sledované výnosotvorné parametry se v obou pokusech ukázal jako významný a projevoval se rozdílně u jednotlivých odrůd. Sucho navozené v nádobovém pokusu bylo výraznější, průměrná redukce výnosu zrna oproti kontrole zde činila 44% (obr. 1). V záhonovém pokusu výnosy stresované varianty poklesly v průměru o 24%. Vyšší intenzita sucha v nádobovém pokusu se výrazněji projevila u odrůd Shannong 22, Ji Nan 17 a Mulan (obr. 1b). Zejména odrůda Shannong 22 při záhonovém pokusu dosahovala velmi uspokojivé výnosy při stresu suchem (Madaras a kol. 2014), je tedy patrné, že s intenzivnějším vláhovým deficitem se již vyrovnává hůř.

Obr.1. A. Vliv odrůdy a varianty na výnos zrna v nádobovém pokusu, vícefaktorová ANOVA. B. Srovnání relativního výnosu stresované varianty oproti kontrole u obou pokusů (uvedeno % výnosu kontrolní varianty)



Nejmenší rozdíly mezi kontrolní a stresovanou variantou téměř pro všechny výnosotvorné parametry vykazovala v nádobovém pokusu odrůda Dong Ying 3. Jedná se o osinatou, nízkostébelnou odrůdu pocházející ze šlechtitelského programu cíleného na půdy se zvýšeným zasolením, která poskytuje při snížené dostupnosti vody výnos srovnatelný s kontrolou. Tato schopnost je pravděpodobně způsobena vlastností genotypu investovat energii do vyššího počtu zrn v klasu na úkor tvorby odnoží. Tato strategie se ukazuje jako výhodná v podmínkách vláhového deficitu (Duggan et al. 2000). Naopak největší rozdíly mezi

stresovanou variantou a kontrolou vykazovaly odrůdy s nízkým počtem zrn v klasu a větším počtem odnoží – česká odrůda Mulan a čínská odrůda Ji Nan 17. Jako zajímavá se ukázala odrůda Shannong 22, která ve stresované variantě vykazovala vyšší HTZ a odrůda Dong South 3, u které jsme zaznamenali ve stresované variantě vyšší počet zrn na klas (tab. 1). Ani u jedné z těchto dvou odrůd ale zvýšení uvedených výnosotvorných parametrů nestačilo na vyrovnání rozdílu výnosu mezi stresovanou variantou a kontrolou.

Tab. 1. Vliv odrůdy a varianty na sledované parametry v nádobovém pokusu, vícefaktorová ANOVA, Tukey test, různá písmena značí rozdíly na hladině významnosti alfa = 0,05 (* S – stres suchem, K – kontrola)

Odrůda	Varianta*	Délka rostliny (cm)	Délka klasu (cm)	Počet zrn v klasu	Počet klasů na nádobu	Počet odnoží	Výnos sušiny nadz. hm	HTZ (g)
Dong South 3	S	65 ^{de}	8,0 ^{def}	30 ^{fg}	5,3 ^{abc}	0,27 ^a	10,7 ^{ab}	25,6 ^{abc}
	K	68 ^e	8,8 ^f	27 ^{defg}	8,0 ^{de}	1,0 ^{ab}	15,3 ^d	31,8 ^{bcde}
Dong 8	S	59 ^{cd}	6,7 ^{abcde}	20 ^{bcde}	5,0 ^{ab}	0,67 ^{ab}	9,5 ^a	29,3 ^{abcde}
	K	65 ^{de}	7,9 ^{cdef}	25 ^{cdefg}	6,3 ^{abcd}	0,93 ^{ab}	15,4 ^d	37,1 ^e
Mulan	S	53 ^b	5,5 ^a	9,4 ^a	4,3 ^a	1,1 ^{ab}	9,1 ^a	28,8 ^{abcd}
	K	66 ^e	8,2 ^{ef}	16 ^{abc}	9,0 ^e	1,4 ^b	16,5 ^d	29,9 ^{abcde}
Ji Nan 17	S	53 ^b	6,0 ^{ab}	14 ^{ab}	5,0 ^{ab}	0,93 ^{ab}	9,2 ^a	25,5 ^{abc}
	K	63 ^{de}	7,7 ^{cdef}	17 ^{abcd}	7,3 ^{cde}	1,3 ^b	15,1 ^d	35,5 ^{de}
Dong 3	S	53 ^b	6,5 ^{abcd}	20 ^{bcdef}	7,0 ^{cdef}	0,60 ^{ab}	9,4 ^a	26,7 ^{abc}
	K	59 ^{cd}	7,5 ^{bcdef}	22 ^{bcdef}	8,3 ^{de}	0,87 ^{ab}	12,6 ^{bc}	28,4 ^{abcd}
Shannong 22	S	50 ^{ab}	5,2 ^a	20 ^{bcdef}	5,7 ^{abc}	0,60 ^{ab}	9,6 ^a	33,0 ^{cde}
	K	55 ^{bc}	6,1 ^{ab}	26 ^{cdefg}	8,0 ^{de}	0,93 ^{ab}	14,6 ^{cd}	31,5 ^{abcde}
Dong Ying 3	S	46 ^a	6,4 ^{abc}	30 ^{efg}	5,0 ^{ab}	0,27 ^a	10,0 ^a	23,8 ^a
	K	51 ^{ab}	7,1 ^{bcde}	32 ^g	5,7 ^{abc}	0,80 ^{ab}	11,0 ^{ab}	23,3 ^{ab}

Vliv snížené dostupnosti vody na sledované výnosotvorné parametry v záhonovém pokusu se ukázal také jako významný a projevoval se rozdílně u jednotlivých odrůd (tab. 2). Odrůdy, u kterých se neprokázaly statisticky významné rozdíly mezi kontrolní a stresovanou variantou pro všechny sledované parametry, můžeme považovat za potenciálně suchovzdorné. Jedná se zejména o odrůdy Dong 3 a Dong Ying 3.

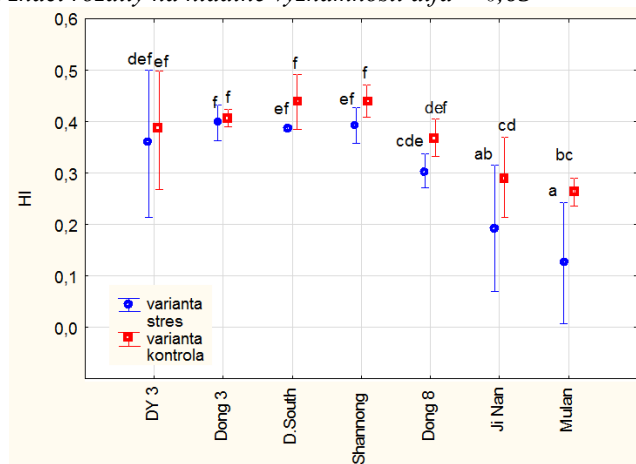
Tab. 2. Vliv odrůdy a varianty na sledované parametry na zastřešeném záhonu, vícefaktorová ANOVA, Scheffého test, různá písmena značí rozdíly na hladině významnosti alfa = 0,05 (* S – stres suchem, K – kontrola)

Odrůda	Varianta*	Délka rostliny (cm)	Délka klasu (cm)	Počet zrn v klasu
Dong South 3	S	90 ^{ef}	7,5 ^{abc}	30 ^a
	K	95 ^{fg}	8,3 ^c	37 ^{abc}
Dong 8	S	92 ^{ef}	8,0 ^{abc}	36 ^{abc}
	K	102 ^g	8,2 ^{bc}	40 ^{abc}
Mulan	S	89 ^{ef}	7,5 ^{abc}	34 ^{abc}
	K	92 ^f	8,4 ^c	38 ^{abc}
Ji Nan 17	S	82 ^{cd}	6,8 ^a	32 ^{ab}
	K	84 ^{de}	7,6 ^{abc}	39 ^{abc}
Dong 3	S	78 ^{bcd}	8,4 ^c	32 ^{ab}
	K	80 ^{bcd}	8,1 ^{bc}	31 ^a
Shannong 22	S	73 ^b	7,0 ^{abc}	32 ^{ab}
	K	75 ^{bc}	7,7 ^{bc}	39 ^{abc}
Dong Ying 3	S	57 ^a	8,3 ^c	43 ^{bc}
	K	56 ^a	8,4 ^c	45 ^c

Efekt interakce odrůdy a varianty na hodnoty sklizňového indexu (HI, poměr výnosu zrna a sušiny celkové nadzemní hmoty) v nádobovém pokusu se ukázal jako průkazný (obr. 2). Nejnížší pokles sklizňového indexu v podmínkách s omezenou dostupností vody jsme

zaznamenali u odrůd Dong 3 a Dong Ying 3, což lze částečně vysvětlit odolností těchto odrůd vůči suchu. Lepší stabilitu sklizňového indexu během sucha Foulkes et al. (2002) vysvětlují větší akumulací rozpustných uhlohydrátů ve stonku, které jsou v případě stresových podmínek využity při tvorbě zrna a přispívají tak ke kompenzaci výnosových ztrát v období sucha.

Obr. 2 Vliv odrůdy a varianty na sklizňový index (harvest index HI) v nádobovém pokusu, vícefaktorová ANOVA, Tukey test, různá písmena značí rozdíly na hladině významnosti $\alpha = 0,05$



Závěr

Testováním jsme potvrdili schopnost některých čínských odrůd pšenice ozimé kompenzovat výnosové ztráty během sucha. Tyto odrůdy bude možno použít k případnému šlechtění.

Dedikace

Práce vznikla za finanční podpory projektu MŠMT LH12159.

Použitá literatura

- Duggan B.L., Domitruk D.R., Fowler D.B., 2000: Yield component variation in winter wheat grown under drought stress. *Can.J.Plant Sci.*, 80: 739-745.
- Foulkes M.J., Scott R.K., Sylvester-Bradley R., 2002: The ability of wheat cultivars to withstand drought in UK conditions. *The Journal Agricult Sci*, 138 (2): 153-169.
- Haberle J., Trčková M., Růžek P., 2008: Příčiny nepříznivého působení vlivu sucha a dalších abiotických faktorů na příjem a využití živin obilninami a možnosti jeho omezení. *Metodika pro praxi. Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i.*: s 28.
- Ivanova A. et Tsenov N., 2011: Winter wheat productivity under favorable and drought environments. I. An overall effect. *Bulg.J. Agricult Sci*, 17 (6): 777-782.
- Madaras M., Mayerová M., Stehlíková I., Dvořáček V., 2014: Čínské genotypy pšenice ozimé se zvýšenou tolerancí vůči zasolení - hodnocení v klimatických podmínkách ČR. *Úroda*. 62 (12), vědecká příloha: 219-222.
- Mayerová M., Stehlíková I., Madaras M., 2014: Srovnání vybraných čínských a českých genotypů pšenice ozimé v podmínkách stresu suchem. Vliv abiotických a biotických stresorů na vlastnosti rostlin 2014. F. Hnilička (Ed.), Zvolen 2014, 168-172.

Kontaktní adresa:

Mgr. Mayerová Markéta, Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Drnovská 507, 161 06 Praha 6 – Ruzyně, email: mayerova@vurv.cz

POROVNÁNÍ VÝNOSOVÝCH A KVALITATIVNÍCH CHARAKTERISTIK U KOMONICE BÍLÉ (*MELILOTUS ALBUS*) A KOMONICE LÉKAŘSKÉ (*MELILOTUS OFFICINALIS*)

The comparison of yield and quality characteristics of white sweet clover (*Melilotus albus*) and yellow sweet clover (*Melilotus officinalis*)

Pelikán J.², Knotová D.¹, Vícha D.¹

¹Výzkumný ústav pícninářský, spol. s r. o., Troubsko

²Zemědělský výzkum, spol. s r.o., Troubsko

Abstrakt

Komonice bílá (*Melilotus albus*) a komonice lékařská (*Melilotus officinalis*) jsou významné medonosné plodiny a mají uplatnění také jako meliorační plodiny a plodiny na zelené hnojení. Tyto dva druhy se od sebe liší barvou květů, ale byly zjištěny rozdíly ve výšce rostlin a tloušťce lodyh ve prospěch komonice bílé na jedné straně a v počtu lodyh a obsahu acid detergentní vlákniny ve prospěch komonice lékařské na druhé straně.

Klíčová slova: *Melilotus albus*; *Melilotus officinalis*; výnosové ukazatele; charakteristiky kvality

Abstract

White sweet clover and yellow sweet clover are important honey plants and they can also be utilized as an ameliorative crops and green manure crops. These two types differ in color of the flowers, but differences were found in plant height and thickness of the stems in white sweet clover on one side and the number of stems and fiber content of yellow sweet clover on the other site.

Key words: *Melilotus albus*; *Melilotus officinalis*; yields, quality

Úvod

Rod *Melilotus* čítá asi 20 druhů, rozšířených v jižní a střední Evropě, střední a Přední Asii a v severní Africe. Na našem území se vyskytuje 6 druhů. Komonice patří k nejmladším kulturním rostlinám a největšího rozšíření zaznamenala v USA, kde je využívána na seno, k pastvě i na zelené hnojení. Komonice obsahují kyselinu nepilotovou, kumarin a melilotol, které jim propůjčují výrazné aroma a hořkou chuť. Dancs (1964) uvádí, že kumarin je alkaloid, který je z velké části zodpovědný za hořkou chuť komonice. Dále uvádí, že se prokázalo, že kumarin je nepřímě zodpovědný za tzv komonice onemocnění skotu. Nadbytek kumarinu v seně může u zvířat vyvolávat příznaky otrav. Všechny druhy komonic jsou vynikající medonosné plodiny a plodiny na zelené hnojení (Pelikán, Hýbl a kol. 2013). Czímber a Precsenyi (1980) konstatovali, že kvalita a stravitelnost komonice bílé je na úrovni vojtěšky a červeného jetele, je medonosná a je užitečná při ochraně půdy proti erozi. Jako zelené hnojení, sloužící ke zlepšení fyzikálních a chemických vlastností půdy v suchých podmínkách Saratovské oblasti, doporučují Titov a Mamonov (2011) komonici bílou, komonici lékařskou a svazku. Hall (1976) zdůrazňuje význam komonice bílé a lékařské na Novém Zélandu a popisuje způsob identifikace druhu.

Materiál a metody

V letech 2014 a 2015 bylo v individuálních výsadbách na lokalitě Troubsko hodnoceno 18 původů *Melilotus albus* (jednalo se o 5 odrůd a 13 planých forem) a 16 původů *Melilotus officinalis* (1 odrůda a 15 planých forem) za účelem získání prvotních dat pro zpracování klasifikátoru, případně minimální sady deskriptorů pro hodnocení rodu. Od každého původu bylo vysazeno po 30 rostlinách, hodnocení bylo prováděno na 10 rostlinách. Střední hodnoty jednotlivých původů posloužily jako výchozí data pro porovnání obou druhů ve znacích podmiňujících výnos píce a ve kvalitě sklizené biomasy. U obou souborů byly stanoveny

statistické charakteristiky: bodový odhad střední hodnoty, variační koeficient (V_x) a dále dolní a horní hranice intervalového odhadu střední hodnoty (KI – konfidenční interval).

Výsledky a diskuse

Tab. 1: Odhady základních statistických veličin pro dva druhy rodu komonice:

charakteristika		n	střední hodnota	V_x (%)	KI 0,05		KI 0,01	
					DH	HH	DH	HH
Zelená hmota rostliny (g)	<i>M. albus</i>	18	264,48	23,329	239,18	289,78	227,15	301,81
	<i>M. officinalis</i>	16	264,97	18,287	243,73	286,21	233,44	296,50
Suchá hmota rostliny (g)	<i>M. albus</i>	18	72,84	21,033	66,56	79,12	63,57	82,11
	<i>M. officinalis</i>	16	65,94	23,541	59,14	72,74	55,84	76,04
Sušina rostliny (g)	<i>M. albus</i>	18	67,14	21,035	61,35	72,93	58,60	75,68
	<i>M. officinalis</i>	16	60,88	23,496	54,61	67,15	51,57	70,19
Výška rostliny (cm)	<i>M. albus</i>	18	66,62	14,181	62,75	70,49	60,90	72,34
	<i>M. officinalis</i>	16	51,99	27,951	45,62	58,36	42,54	61,44
Počet lodyh	<i>M. albus</i>	18	5,99	30,066	5,25	6,73	4,90	7,08
	<i>M. officinalis</i>	16	11,30	32,358	9,70	12,90	8,92	13,68
Tloušťka lodyhy (mm)	<i>M. albus</i>	18	8,19	18,781	7,56	8,82	7,26	9,12
	<i>M. officinalis</i>	16	6,29	17,395	5,81	6,77	5,58	7,00
Délka lístku (mm)	<i>M. albus</i>	18	26,79	10,448	25,64	27,94	25,10	28,48
	<i>M. officinalis</i>	16	25,46	11,291	24,20	26,72	23,59	27,33
Šířka lístku (mm)	<i>M. albus</i>	18	16,03	12,799	15,19	16,87	14,79	17,27
	<i>M. officinalis</i>	16	15,53	13,063	14,64	16,42	14,21	16,85
Plocha listu (cm ²)	<i>M. albus</i>	18	10,49	22,758	9,51	11,47	9,05	11,93
	<i>M. officinalis</i>	16	9,91	20,984	9,00	10,82	8,56	11,26
N (%)	<i>M. albus</i>	18	2,34	24,395	2,11	2,57	1,99	2,69
	<i>M. officinalis</i>	16	2,24	25,133	1,99	2,49	1,87	2,61
Vláknina (%)	<i>M. albus</i>	18	14,62	26,354	13,04	16,20	12,29	16,95
	<i>M. officinalis</i>	16	12,61	29,053	11,00	14,22	10,23	14,99
ADF (%)	<i>M. albus</i>	18	6,96	26,560	6,20	7,72	5,84	8,08
	<i>M. officinalis</i>	16	17,38	25,043	15,47	19,29	14,55	20,21
NDF (%)	<i>M. albus</i>	18	21,13	27,115	18,78	23,48	17,66	24,60
	<i>M. officinalis</i>	16	23,34	33,565	19,91	26,77	18,24	28,44
NL (%)	<i>M. albus</i>	18	14,73	23,071	13,34	16,12	12,67	16,79
	<i>M. officinalis</i>	16	14,06	24,924	12,52	15,60	11,78	16,34

Zjištěné hodnoty základních statistických veličin jsou soustředěny v tab. 1. Nejnížší hodnoty variačního koeficientu (V_x) a tím nejvyšší vyrovnanost u obou druhů byla zjištěna u znaků délka a šířka listů. Naopak největší nevyrovnanost u obou druhů byla zjištěna v počtu lodyh a obsahu vlákniny. U znaku výška rostliny byla u komonice bílé zjištěna vysoká vyrovnanost na rozdíl od komonice lékařské. Na základě intervalových odhadů střední hodnoty (KI) nebyly mezi hodnocenými druhy zjištěny statistické rozdíly u znaků zelená hmota rostliny, suchá hmota rostliny, sušina rostliny, délka a šířka lístku, plocha listu, obsah veškerého dusíku, obsah vlákniny, obsah dusíkatých látek a obsah neutrálně detergentní vlákniny (NDF). U znaku výška rostliny byl zjištěn statisticky průkazný rozdíl mezi zkoušenými druhy. V tomto znaku komonice bílá statisticky průkazně překonává komonici lékařskou. Statisticky vysoce

průkazné rozdíly byly zjištěny u znaků počet lodyh, tloušťka lodyhy a obsah acid detergentní vlákniny (ADF). Komonice lékařská vykazala statisticky vysoce průkazně vyšší počet lodyh a vyšší obsah acid detergentní vlákniny oproti komonici bílé. Naopak komonice bílá vykazala statisticky průkazně silnější lodyhy oproti komonici lékařské. V tab. 2 je uvedeno srovnání výnosových a kvalitativních ukazatelů u vojtěšky seté a dvouleté komonice bílé na počátku kvetení. Výsledky potvrzují závěry autorů Czimbera a Precsenviho (1980), že kvalita komonice bílé je na úrovni kvality vojtěšky. Poslední rozdíl mezi oběma druhy byl zjištěn ve znaku tvar trsu. U rostlin komonice lékařské převažoval tvar trsu rozprostřený, u rostlin komonice bílé převažoval tvar trsu rozprostřený s vystoupavou hlavní lodyhou.

Tab. 2: Srovnání výnosových a kvalitativních ukazatelů u vojtěšky a dvouleté komonice bílé na počátku kvetení (kvalitativní ukazatele jsou uvedeny ve 100% sušině)

	vojtěška	komonice
Výnos zelené hmoty (t.ha ⁻¹)	17,20	9,60
Výnos sena (t.ha ⁻¹)	4,33	3,01
Výnos sušiny (t.ha ⁻¹)	4,00	2,79
NL (%)	17,53	17,91
Vláknina (%)	26,01	22,44
Popel (%)	8,36	7,98
ADF - acid detergentní vláknina (%)	34,94	32,84
NDF - neutrálně detergentní vláknina (%)	53,57	40,14
Ca (%)	1,63	1,65
Na (%)	0,14	0,09
K (%)	1,98	1,25
Mg (%)	0,32	0,26
P (%)	0,18	0,24
Cu (mg.kg ⁻¹)	5,18	4,00
Fe (mg.kg ⁻¹)	53,96	35,58
Zn (mg.kg ⁻¹)	35,51	14,63
Mn (mg.kg ⁻¹)	24,46	21,97

Závěr

Základním rozlišovacím znakem obou druhů komonic je barva květů. Druh *Melilotus albus* má bílou barvu květů a druh *Melilotus officinalis* se vyznačuje žlutou barvou květů. Byly však zjištěny také další rozdíly mezi oběma druhy. Komonice lékařská vykazala statisticky vysoce průkazně vyšší počet lodyh a vyšší obsah acid detergentní vlákniny (ADF) oproti komonici bílé. Naopak komonice bílá vykazala statisticky průkazně silnější lodyhy a větší výšku rostlin oproti komonici lékařské. Rostliny obou druhů se dále liší tvarem trsu. V ostatních sledovaných znacích nebyly rozdíly mezi oběma druhy zaznamenány. Kvalita sena komonice bílé je na úrovni vojtěšky seté, při zkrmování tohoto druhu je však nutno postupovat obezřetně a zkrmovat pouze malé dávky, aby nedošlo k výskytu zdravotních potíží dobytka.

Dedikace

Výsledky byly dosaženy za podpory Národního programu konzervace a využití genetických zdrojů kulturních rostlin a biodiverzity, financovaného MZe ČR a institucionálních prostředků na rozvoj výzkumné organizace.

Použitá literatura

- Czimber, G., Precsenyi, I. (1980): Growth of two *Melilotus* species (*M. albus* Desr. and *M. dentatus* (W. et K.) Pers.). *Acta Agronomica Scientiarum Hungaricae*, Vol. 29, No. 3/4, pp. 297-305.
- Dancs, L. (1964): Remove from marked Records Investigations on the agronomical value of sweet clover (*Melilotus alba*) with high or low coumarin content in comparison with lucerne. *Zeitschrift für Acker- und Pflanzenbau*, Vol. 120, No. 1: pp. 17-46
- Hall, A.D. (1976): Identikit for sweet clover. *New Zealand Journal of Agriculture*. Vol. 132, No. 3, pp. 12
- Pelikán, J., Hýbl, M. et al. (2012): Rostliny čeledi *Fabaceae* LINDL. (bobovité) České republiky. 1. vyd., Vydavatelství Ing. Petr Baštan, Olomouc, 230 s., ISBN 978-80-905080-2-6
- Titov, V.N., Mamonov, A.N. (2011): Role of sweet clover and phacelia in agriculture ecologization of Saratov region arid left-bank areas. *Kormoproizvodstvo* No.1, pp. 16-19

Kontaktní adresa:

Ing. Jan Pelikán, CSc.
Zemědělský výzkum, spol. s r.o.
Zahradní 1, 664 41 Troubsko
pelikan@vupt.cz

STUDIUM GENOVÉ EXPRESE DVOU KONTRASTNÍCH KULTIVARŮ JEČMENE VYSTAVENÝCH PŮSOBNÍ SUCHA

Gene expression study of two contrasting barley cultivars exposed to drought

Svoboda P^{1,3}., Janská A.^{1,2}, Spiwok V.³, Prášil I.T.¹, Kosová K.¹, Ovesná J.¹

¹Výzkumný ústav rostlinné výroby, v. v. i., Praha

²Přírodověcká fakulta, Univerzita Karlova v Praze

³Vysoká škola chemicko-technologická v Praze

Abstrakt

Narůstající negativní dopady sucha zvyšují poptávku po vývoji tolerantních genotypů hospodářských plodin. To však vyžaduje poznání mechanismů na molekulární úrovni, které umožňují adaptaci rostlin. Proto byla porovnávána odezva dvou různě odolných kultivarů ječmene (Tadmor, Amulet) na stres suchem, a to s využitím DNA čipů. U každé odrůdy byla navíc porovnávána odezva listů a odnožovacích uzlů. Výsledky ukázaly, že jak listy, tak odnožovací uzly jsou zapojeny do procesu adaptace a vysoce specifickou reakci těchto rostlinných pletiv. Zároveň byly určeny geny, jež přispívají k lepší adaptabilitě tolerantní odrůdy.

Klíčová slova: Genová exprese, sucho, ječmen, listy, odnožovací uzly

Abstract

With increasing negative impacts of drought stress, the demand for the development of tolerant cultivars of culture crops increases. However, this requires knowledge of the mechanisms at the molecular level, which allow adaptation of the plants. Therefore, the drought response of two differentially resistant barley cultivars (Tadmor, Amulet) was compared using the DNA microarray. For each cultivar the response of leaf and crown was evaluated, as well. The results showed that both leaves and crowns are involved in the process of adaptation and a very specific reaction of respective tissues. At the same time, the genes that contribute to a better adaptability of tolerant cultivar were identified.

Key words: Gene expression, barley, drought, leaves, crowns

Úvod

Se vzrůstajícími dopady sucha vyvstává nutnost šlechtění odolných genotypů. To však vyžaduje poznání regulací na genové úrovni, jež řídí adaptační odpověď rostlin. Vhodné pro tyto účely je expresní profilování stresové odezvy modelových organismů, jakým je např. ječmen (*Hordeum vulgare* L.). Tento druh je často pěstován v oblastech, kde je vystaven silnému působení sucha, což z něj činí adekvátní objekt pro studium adaptačních mechanismů. Bylo vydáno několik vědeckých publikací zaměřených na využití DNA čipů při studiu expresních změn ječmene stresovaného suchem (Ozturk et al., 2002; Atienza et al., 2004; Talamè et al., 2007; Guo et al., 2009). Většina těchto prací se však zaměřila na hodnocení genové exprese pouze u jednoho genotypu (Ozturk et al., 2002; Atienza et al., 2004; Talamè et al., 2007), čímž zde chyběl popis rozdílů mezi tolerantnější a náchylnější odrůdou, který by pomohl odlišit geny tolerance od genů obecně odpovídajících na stres. Navíc žádný ze zmiňovaných experimentů nehodnotil současně vliv odrůdy a pletiva na výsledné expresní profily stresovaných rostlin. Při studiu reakcí ječmene na stres suchem na úrovni genů byly také opomíjeny změny, ke kterým dochází v odnožovacím uzlu, tedy orgánu, který má pro přežití ječmene podstatně větší význam než jednotlivé listy (Olien 1967). Experiment hodnotící současně obě zmiňovaná rostlinná pletiva byl zatím uskutečněn pouze u rostlin vystavených chladovému stresu (Janská et al., 2011 a 2014). V případě sucha nejsou práce podobného typu známy.

Materiál a metody

Byly použity dvě odrůdy ječmene s rozdílnou mírou tolerance k suchu. Tadmor, reprezentující tolerantní kultivar ječmene, je syrskou krajovou odrůdou, zatímco senzitivnější Amulet, představuje českou výnosnou odrůdu. Polovina rostlin každé odrůdy byla až do fáze odběru (plně vyvinutý 2. list) udržována v podmínkách 70 % maximální vodní kapacity půdy. Na druhou polovinu byl od 9. dne růstu aplikován vodní stress až do fáze shodné s kontrolními rostlinami, kdy vodní kapacita půdy dosáhla hladiny 20 %. Následoval odběr rostlin z obou variant ošetření a uchovávání při -80°C. RNA byla u rostlin z každé varianty izolována zvlášť z listů a odnožovacích uzlů s využitím TRIZOLu (Invitrogen, CA, USA). Následovalo přečištění RNA prostřednictvím kolonkového kitu (Quiagen) a ověření kvality jak gelovou elektroforézou, tak i pomocí bioanalyzátoru Agilent 2100. Každý vzorek byl reprezentován třemi biologickými opakováními. Všechny vzorky RNA byly hybridizovány na Affymetrix 22 K Barley1 GeneChip Genome Array Pro bioinformatickou analýzu dat byl použit volně dostupný software R (R Core Team, 2014). Kvalitativní parametry čipů byly porovnávány s hodnotami předepsanými výrobcem. Pouze čipy splňující daná kritéria byly postoupeny další analýze. Identifikace genů diferenciaciálně exprimovaných ($|\log_2\text{-fold}| \geq 2$; $P\text{-value} \leq 0.05$) mezi kontrolními a stresovanými vzorky byla uskutečněna prostřednictvím algoritmu LIMMA. V kombinaci s F statistikou byly identifikovány geny, jež reagovaly odlišně napříč sledovanými odrůdami a rostlinnými orgány. Anotace DEGů byla získána skrze web výrobce čipů. Sekvence genů byly blástovány oproti databázi Uniref90 (verze z 12.5.2015) s využitím blastx algoritmu při maximální povolené hodnotě e-value $1e-4$.

Výsledky a diskuse

Z výsledků je patrné, že jak v listech, tak i v odnožovacích uzlech jednotlivých odrůd jsou exprimovány geny, které kódují proteiny zapojené do procesu adaptace. Jedná se např. o geny, které kódují LEA proteiny (dehydriny, abscisovou kyselinou indukovaný protein HVA1), nebo enzymy zapojené do biosyntézy polyaminů (arginin dekarboxyláza) či aminokyseliny prolinu ($\Delta 1$ -pyrroline-5-karboxylát syntázy). Zvýšené aktivity genů pro popsání proteiny a enzymy přispívají k odolnosti rostlin k suchu, avšak dle získaných výsledků nepředstavují kompetiční výhodu tolerantního genotypu, jelikož citlivější genotyp vykazoval často vyšší hodnoty exprese těchto genů, ačkoliv byla jeho adaptabilita na stres horší.

Kompetiční výhodu však mohou představovat transkripty, jejichž exprese je zvýšená v jednotlivých pletivech tolerantnější odrůdy ve srovnání s pletivy citlivějšího genotypu (Tab. 1). V listech se jedná především o geny, jež kódují proteiny teplotního šoku (HSPs), klíčové enzymy sirného metabolismu a enzymy bránící oxidativnímu poškození. HSPs asistují při vytváření funkčních konformací dalších proteinů a zároveň brání vytváření nefunkčních prostorových struktur, které by neplnily požadovanou funkci v podmínkách dehydratace, vysoké teploty a dalších stresů (Wang et al. 2004). Vyšší aktivita genů pro enzymy metabolismu síry v listech tolerantního genotypu je v souladu se závěry Chana et al. (2013), jež konstatovali, že některé kroky v metabolismu síry jsou zásadního významu pro signální procesy a odezvu rostlin při vystavení suchu. Odlišná regulace Ferritinu a purple acid fosfatázy (PAP) je patrně způsobena jejich schopností detoxifikovat reaktivní formy kyslíku, jež mohou v případě vyšší koncentrace mít na rostlinu toxický až letální vliv (de Carvalho 2008). Bylo potvrzeno, že mitochondriální PAP redukovala produkci ROS v rostlinách sóji, což zmírnilo celkový dopad stresu (Li et al. 2008). Zvýšená aktivita ferritinu byla rovněž zaznamenána po expozici rostlin stresu suchem (Kang and Udvardi 2012). Navíc v případě rehydratace docházelo k rapidnímu poklesu hladiny kódujícího genu (Kang and Udvardi 2012).

Tab. 1 Vybrané transkripty se zvýšenou expresí v uzlech a listech tolerantního genotypu

R. pletivo	Název genu	Metabolická dráha	Nárůst exprese Tadmor (log ₂)
List	HSP 17.8	Molekulární chaperony	3.665
List	HSP 17.9		3.338
List	HSP 70		2.171
List	Ferritin 1	Detoxifikace ROS	2.083
List	purple acid fosfatáza		2.405
List	cystein syntáza	Metabolismus síry	2.715
List	homocystein S-methyltransferáza-3		2.107
Uzel	lipidy transferující protein	Metabolismus buněčné stěny	3.557
Uzel	caffeic acid O-methyltransferáza		2.330
Uzel	Šikimát kináza		2.053
Uzel	Histon H3	Remodelace nukleozomů	2.290
Uzel	Histon H4		2.292

V případě pletiva uzlů by mohly kompetiční výhodu tolerantního genotypu představovat geny kódující proteiny ovlivňující vlastnosti buněčné stěny nebo proteiny zapojené do remodelace nukleozomů (histony H3 a H4). První skupina je reprezentována geny pro LPT (lipidy transferující protein), caffeic acid O-methyltransferázu (COMT) a šikimát kinázu. LTPs proteiny participují při transportu lipidů, avšak rovněž jsou významné pro digesti kutinu a adaptaci na rozličné podmínky prostředí (Kader 1996). COMT byla popsána jako modulátor obsahu a kompozice ligninu (Guo et al. 2001). Rovněž jsou zde důkazy o pozitivním vlivu na toleranci ke stresu (Hu et al. 2009). Šikimát kináza je podobně jako COMT rovněž významná pro biosyntézu ligninu (Weaver and Herrman 1997). S přihlédnutím k výše uvedeným skutečnostem předpokládáme, že v rámci odnožovacího uzlu tolerantní genotyp efektivněji moduluje biosyntézu ligninu, patrně z důvodu ochrany pletiva samotného. V uzlech tolerantního genotypu byla i vyšší aktivita genů kódujících proteiny zapojené do remodelace nukleozomů, procesu, jež byl popsán jako adaptabilní mechanismus rostlin na chladový stress (Janská et al. 2011 a 2014). Vzhledem ke skutečnosti, že aktivita genů pro tyto proteiny byla záležitostí výlučně odnožovacích uzlů a že chlad rovněž způsobuje buněčnou dehydrataci, lze předpokládat, že remodelace nukleozomů v uzlech je i adaptabilní reakcí rostlin vystavených suchu a možnou kompetitivní výhodou tolerantního genotypu ječmene.

Závěr

V experimentu s kontrastními kultivary ječmene jsme prokázali zapojení odnožovacích uzlů do adaptační odpovědi stresovaných rostlin obou odrůd. Rovněž jsme určili geny, jež by mohly představovat kompetiční výhodu tolerantního genotypu. V rámci listů šlo především o geny kódující proteiny teplotního šoku, enzymy sirného metabolismu a proteiny detoxifikující reaktivní formy kyslíku. Tolerantní genotyp vykázal v odnožovacích uzlech vyšší aktivitu genů pro enzymy spojené s metabolismem buněčné stěny a proteiny ovlivňující remodelaci nukleozomů. Srovnání výsledků s dostupnou vědeckou literaturou potvrdilo hypotézu o významu daných transkriptů a kódovaných proteinů pro vyšší adaptabilitu rostlin. Vzhledem ke komplexnosti a provázanosti jednotlivých metabolických drah zapojených do procesu adaptace bude třeba provést další studie, ať už na bázi funkčních mutantů rostlin či s využitím sekvenačních technik nové generace.

Dedikace

Práce byla uskutečněna za podpory projektů Ministerstva zemědělství (MZE RO0414), Národní agentury pro zemědělský výzkum (PUV QH81287) a specifického školského výzkumu (MŠMT č. 20/2014).

Použitá literatura

- Atienza, S. G., et al. (2004). Large scale analysis of transcripts abundance in barley subjected to several single and combined abiotic stress conditions. *Plant Sci.*, 167(6), 1359-1365.
- Chan, K. X., et al. (2013). Balancing metabolites in drought: the sulfur assimilation conundrum. *Trends Plant Sci.*, 18(1), 18-29.
- Cruz de Carvalho, M. H. (2008). Drought stress and reactive oxygen species: production, scavenging and signaling. *Plant Signal. Behav.*, 3(3), 156-165.
- Guo, D., et al. (2001). Downregulation of caffeic acid 3-O-methyltransferase and caffeoyl CoA 3-O-methyltransferase in transgenic alfalfa: impacts on lignin structure and implications for the biosynthesis of G and S lignin. *The Plant cell*, 13(1), 73-88.
- Guo, P., et al. (2009). Differentially expressed genes between drought-tolerant and drought-sensitive barley genotypes in response to drought stress during the reproductive stage. *J. Exp. Bot.*, 60(12), 3531-3544.
- Hu, Y., et al. (2009). Differential expression of candidate genes for lignin biosynthesis under drought stress in maize leaves. *J. Appl. Genet.*, 50(3), 213-223.
- Janská, A., et al. (2011). Transcriptional responses of winter barley to cold indicate nucleosome remodelling as a specific feature of crown tissues. *Funct. Integr. Genomic.*, 11(2), 307-325.
- Janská, A., et al. (2014). The up-regulation of elongation factors in the barley leaf and the down-regulation of nucleosome assembly genes in the crown are both associated with the expression of frost tolerance. *Funct. Integr. Genomic.*, 14(3), 493-506.
- Kader, J. C. (1996). Lipid-transfer proteins in plants. *Annual review of plant biology*, 47(1), 627-654.
- Kang, Y., & Udvardi, M. (2012). Global regulation of reactive oxygen species scavenging genes in alfalfa root and shoot under gradual drought stress and recovery. *Plant Signal. Behav.*, 7(5), 539-543.
- Li, W. Y. F., et al. (2008). Ectopic expression of GmPAP3 alleviates oxidative damage caused by salinity and osmotic stresses. *New Phytol.*, 178(1), 80-91.
- Olien, C. R. (1967). Freezing stresses and survival. *Ann. Rev. Plant Physiol.*, 18(1), 387-408.
- Ozturk, Z. N., et al. (2002). Monitoring large-scale changes in transcript abundance in drought-and salt-stressed barley. *Plant Mol. Biol.*, 48(5-6), 551-573.
- R Core Team (2014). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2012.
- Talamè, V., et al. (2007). Barley transcript profiles under dehydration shock and drought stress treatments: a comparative analysis. *J. Exp. Bot.*, 58(2), 229-240.
- Wang, W., et al. (2004). Role of plant heat-shock proteins and molecular chaperones in the abiotic stress response. *Trends Plant Sci.*, 9(5), 244-252.
- Weaver, L. M., & Herrmann, K. M. (1997). Dynamics of the shikimate pathway in plants. *Trends Plant Sci.*, 2(9), 346-351.

Kontaktní adresa:

Ing. Pavel Svoboda

Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Drnovská 507

161 06 Praha 6 – Ruzyně

e-mail: pavel.svoboda@vurv.cz

TRANSKRIPTOMICKÁ ANALÝZA ODDENKŮ PÝRU PLAZIVÉHO VYSTAVENÝCH PŮSOBNÍ MÍRNÉHO, STŘEDNÍHO A SILNÉHO SUCHA S VYUŽITÍM DNA ČIPŮ PRO JEČMEN

Transcriptomic analysis of couch grass (*Elymus repens* L.) rhizomes exposed to mild, medium and severe drought using barley microarray

Svoboda P.^{1,3}, Janská A.^{1,2}, Spiwok V.³, Kučera L.¹, Ovesná J.¹

¹Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Praha

²Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova, Praha

³Vysoká škola chemicko-technologická, Praha

Abstrakt

Sucho představuje závažnou hrozbu pro současné zemědělství. Proto byl v minulosti intenzivně zkoumán vliv sucha na transkriptom hospodářsky významných plodin. Existuje však jen málo experimentů hodnotících dopad dehydratace na expresní profily planých druhů, jakými je např. pýr plazivý. Vzhledem k příbuznosti pýru s ječmenem setým, jsme s použitím DNA čipů pro tento druh zkoumali odezvu oddenků pýru na mírné, střední a silné sucho. Byly identifikovány transkripty specifické i společné jednotlivým stresovaným variantám, stejně jako transkripty stimulované a inhibované působícím suchem.

Klíčová slova: Pýr plazivý, oddenky, DNA čipy, sucho

Abstract

Drought represents a serious threat for the current agriculture. Therefore, the impact of drought on transcriptome of culture crop species was recently intensively studied, but only few experiments exists which evaluated effects of dehydration on wild plant species such as couch grass. Because of the genetic similarity of couch grass with barley, we analyzed the response of couch grass rhizomes to mild, medium and severe drought using barley microarrays. Transcripts common and specific to individual treated samples as well as those stimulated or repressed by progressive drought were identified.

Key words: Couch grass, rhizomes, microarray, drought

Úvod

Sucho představuje závažný faktor limitující rostlinou produkci (Boyer 1982; Arraus et al., 2008). Do budoucna se navíc očekává eskalace negativních dopadů sucha (Devendra 2012). Za takových podmínek, bude narůstat poptávka po kultivarech hospodářských plodin schopných odolávat vodnímu stresu při minimální výnosové penalizaci. K dosažení tohoto cíle je třeba pochopit mechanismy, které umožňují rostlinám se na stres adaptovat. Vhodnou metodou pro tyto účely je transkriptomické profilování s využitím DNA čipů (Ozturk et al., 2002; Guo et al., 2009; Aprile et al., 2009). Přes množství studií provedených u hospodářských plodin je však jen málo prací hodnotících dopady sucha na plané příbuzné druhy (Foito et al., 2009; Seki et al., 2002; Verelst et al., 2013; Krugman et al., 2010), a to navzdory skutečnosti, že tyto představují cenný zdroj genetické variability pro šlechtění kulturních druhů (Hajjar a Hodgkin, 2007). Kromě toho, k dnešnímu dni neexistuje žádná studie zaměřená na studium stresové odpovědi pýru plazivého (*Elytrigium repens* L.), jednoho z nejvíce problematických plevelů v národním i globálním měřítku. Článekované oddenky tohoto rostlinného druhu mají značný regenerační a růstový potenciál i za podmínek sucha (Mikulka a Kneifelová, 2004). Tyto vlastnosti činí z oddenků pýru vhodný objekt pro studium adaptačních mechanismů rostlin na dehydratační stres. Vzhledem k absenci specializovaného čipu pro pýr jsme s ohledem na genomickou konstituci pýru zvolili vhodnou substituci. Genom H tohoto allohexaploidního druhu má velmi blízko k rodu *Hordeum* (Mason-Gamer, 2013). To skýtá možnost využití DNA čipu pro ječmen jako prostředku pro analýzu stresové

odpovědi pýru. Informace dosažené takovouto analýzou by mohly významně obohatit znalosti o adaptačních mechanismech rostliny na genové úrovni a přispět tak k cílené konstrukce kultivarů hospodářských plodin odolných k suchu.

Materiál a metody

Oddenky pýru plazivého (*Elymus repens* L), odebrané z pole byly promyty a nastříhány na 2 cm segmenty, s jedinou uzlinou ve svém středu. Část segmentů, sloužící jako kontrolní varianta byla ihned umístěna do kapalného dusíku, zatímco zbytek byl vystaven teplotě 28 ° C po dobu 2, 4,5 a 8 hodin, což dle před-pokusů odpovídalo slabému, střednímu a silnému suchu. Po aplikaci stresu na jednotlivé segmenty byly tyto šokově zmrazeny kapalným dusíkem a skladovány při -80 ° C až do extrakce RNA s využitím TRIzol (Invitrogen, CA, USA). RNA byla poté přečištěna pomocí kolonkového kitu (Qiagen, Hilden, Německo). Kvalita RNA byla hodnocena jak elektroforézou na agarózovém gelu, tak i s využitím bioanalyzátoru Agilent 2100 (Agilent Technologies, USA). RNA extrahovaná ze stresovaných i nestresovaných oddenků (každá varianta reprezentována třemi nezávislými opakováními) byla hybridizována na Affymetrix 22 K Barley1 GeneChip Genome Array. Volně dostupný software R (R Core Team, 2014) byl použit pro statistickou analýzu. V návaznosti na předpis výrobce byla provedena řada analýz k ověření kvality čipů. Pouze čipy splňující předepsané parametry byly postoupeny další analýze. MAS 5.0 algoritmus určil "presentní", "marginální" nebo "absentní sety sond". Diferenciálně transkribované geny (DTGs; $P\text{-value} \leq 0.05$ | $FC \geq 2$) byly identifikovány lineárním modelem pro analýzu genových čipů. Anotace DTGs byla získána z databáze výrobce (Affymetrix, verze z 10/7/14).

Výsledky a diskuze

Za účelem ověření vhodnosti čipu určeného pro transkriptomickou analýzu ječmene jako prostředku k analýze pýru plazivého jsme uskutečnili sérii kvalitativních testů. Hodnoty všech testovaných parametrů byly v rozmezí doporučeným výrobcem čipů. Kromě toho se ukázalo, že téměř 40 % genů přítomných na každém čipu bylo prezentních (s vyšším signálem v sondách zcela komplementárních k referenční sekvenci daného genu). Předpokládáme, že tyto sety sond jsou homologní s genomem pýru plazivého. To naznačuje, že použitý čip je vhodný pro analýzu pýru plazivého na transkriptomické úrovni. Prostřednictvím algoritmu LIMMA jsme identifikovaly 531, 821 a 1197 genů diferenciálně transkribovaných při 2, 4,5 a 8 hodinách stresu. Z celkového počtu DTGs, 440 bylo sdílených všemi stresovanými vzorky. Mezi těmito geny, 163 vykázalo nárůst exprese s postupujícím suchem. Domníváme se, že změněná exprese těchto genů přispívá ke schopnosti oddenků pýru odolávat suchu.

Nejpočetnější z transkriptů stimulovaných silněji s postupujícím suchem jsou geny kódující dehydriny (Tab. 1), patřící do skupiny LEA proteinů. Pozitivní korelace mezi zvýšenou expresí genů kódujících dehydriny a tolerancí rostlin k suchu je zdokumentována u různých rostlinných druhů (Lopez et al., 2003; Hu et al., 2010). Pozitivně regulovány progresivním suchem jsou také některé geny kódující enzymy cukerného metabolismu (Trehalóza-6-fosfát fosfatáza a WSI76). TPP se podílí na biosyntéze trehalózy. Výsledky dříve provedených studií ukázaly, že jak zvýšená exprese genů pro TPP, tak i zvýšená akumulace trehalózy vyústila ve vyšší odolnost stresovaných rostlin (Ge et al., 2008; Garg et al., 2002). WSI 76 protein kóduje galaktinol syntázu (Liu et al., 1998), jeden z klíčových enzymů biosyntézy oligosacharidů z rodiny rafinózy. Ty jsou významné pro rozličné procesy v rostlinách včetně tolerance k abiotickým stresům (ElSayed et al., 2014). Rovněž bylo pozorováno, že indukce genů kódujících galaktinol syntázu v rostlinách *Arabidopsis* vyústila ve zvýšený obsah endogenní rafinózy a galaktinolu a lepší toleranci k suchu (Taji et al., 2002).

Tab. 1: Transkripty kódující dehydriny, jejichž exprese byla stimulována suchem

Název genu	Hodnota změny exprese (log ₂)		
	2H	4.5H	8H
dehydrin 9	4.17	5.17	5.19
dehydrin 4	2.79	3.75	3.81
dehydrin 6	2.08	3.38	3.60
dehydrin 2	1.97	3.10	3.47
dehydrin 3	2.66	3.12	3.40

Lepší schopnost oddenků vyrovnat se s vodní deprivací může být zapříčiněna i zvýšenou stimulací aktivity genů, jež kódují 9-cis-epoxykarotenoid dioxygenázu (NCED) a depolymerizační faktor aktinu (ADF). NCED představuje klíčový enzym biosyntézy kyseliny abscisové, rostlinného hormonu klíčového významu pro přizpůsobení rostlin na stresy osmotické povahy (Zhang et al., 2006). Zvýšená exprese genu pro tento enzym v rostlinách *Arabidopsis* korelovala s obsahem indogenní ABK při stresu a zvýšila toleranci rostlin vůči suchu (Iuchi et al., 2001). ADF ovlivňuje dynamiku přestavby aktinových sítí, což má vliv na procesy jako např. uzavírání průduchů, biosyntézu buněčné stěny nebo transmembránovou signalizaci. Mimoto, experimenty provedené u rostlin *Arabidopsis* prokázaly význam genů pro ADF při toleranci ke stresům (Huang et al., 2012).

Závěr

V příspěvku jsme prezentovali dílčí výsledky transkriptomických analýz oddenků pýru plazivého vystavených mírnému, střednímu a silnému suchu. Jak jsme prokázali sérií kvalitativních testů, použití DNA čipu určeného pro analýzu ječmene je vhodné pro studium adaptačních reakcí pýru plazivého na suchu. Geny diferenciálně transkribované po 2, 4.5 a 8 hodinách sucha byly identifikovány a rovněž byly určeny geny, jejichž exprese narůstá s postupujícím stresem. Předpokládáme, že změněná exprese těchto genů přispívá ke schopnosti oddenků pýru odolávat suchu.

Poděkování

Autoři vysoce oceňují finanční podporu specifického vysokoškolského výzkumu (MŠMT č 20/2015), Ministerstva zemědělství (Mze RO0414) a Národní agentury pro zemědělský výzkum (PUV QH81287).

Literatura

- Aprile, A., et al. (2009). Transcriptional profiling in response to terminal drought stress reveals differential responses along the wheat genome. *BMC genomics*, 10(1), 279.
- Araus, J. L., et al. (2008). Breeding for yield potential and stress adaptation in cereals. *Cr. Rev. Plant Sci.*, 27(6), 377-412.
- Boyer, J. S. (1982). Plant productivity and environment. *Science*, 218(4571), 443-448.
- Devendra, C. (2012). Climate change threats and effects: challenges for agriculture and food security. *Academy of Science Malaysia*, 56.
- ElSayed, A. I., et al. (2014). Physiological aspects of raffinose family oligosaccharides in plants: protection against abiotic stress. *Plant Biol.*, 16(1), 1-8.
- Foito, A., et al. (2009). Transcriptional and metabolic profiles of *Lolium perenne* L. genotypes in response to a PEG - induced water stress. *Plant Biotechnol. J.*, 7(8), 719-732.
- Garg, A. K., et al. (2002). Trehalose accumulation in rice plants confers high tolerance levels to different abiotic stresses. *P. Natl. A. Sci.*, 99(25), 15898-15903.

- Ge, L. F., et al. (2008). Overexpression of the trehalose-6-phosphate phosphatase gene OsTPP1 confers stress tolerance in rice and results in the activation of stress responsive genes. *Planta*, 228(1), 191-201.
- Guo, P., et al. (2009). Differentially expressed genes between drought-tolerant and drought-sensitive barley genotypes in response to drought stress during the reproductive stage. *J. Exp. Bot.*, 60(12), 3531-3544.
- Hajjar, R., & Hodgkin, T. (2007). The use of wild relatives in crop improvement: a survey of developments over the last 20 years. *Euphytica*, 156(1-2), 1-13.
- Hu, L., et al. (2010). Differential accumulation of dehydrins in response to water stress for hybrid and common bermudagrass genotypes differing in drought tolerance. *J. Plant Physiol.*, 167(2), 103-109.
- Huang, Y. C., et al. (2012). Comprehensive analysis of differentially expressed rice actin depolymerizing factor gene family and heterologous overexpression of OsADF3 confers *Arabidopsis thaliana* drought tolerance. *Rice*, 5(1), 33.
- Iuchi, S., et al. (2001). Regulation of drought tolerance by gene manipulation of 9-cis-epoxycarotenoid dioxygenase, a key enzyme in abscisic acid biosynthesis in *Arabidopsis*. *The Plant J.*, 27(4), 325-333.
- Krugman, T., et al. (2010). Multilevel regulation and signalling processes associated with adaptation to terminal drought in wild emmer wheat. *Funct. Integr. Genomic*, 10(2), 167-186.
- Liu, J. J. J., et al. (1998). Galactinol synthase (GS): increased enzyme activity and levels of mRNA due to cold and desiccation. *Plant Sci.*, 134(1), 11-20.
- Lopez, C. G., et al. (2003). Dehydrin expression and drought tolerance in seven wheat cultivars. *Crop Sci.*, 43(2), 577-582.
- Mason-Gamer, R. J. (2013). Phylogeny of a genomically diverse group of *Elymus* (Poaceae) allopolyploids reveals multiple levels of reticulation. *Plos One*, 8(11), e78449.
- Mikulka, J., & Kneifelová, M. (2004). Vegetative reproduction of *Cirsium arvense* (L.) Scop., *Sonchus arvensis* L., *Stachys palustris* L., *Polygonum amphibium* L. and *Elytrigia repens* (L.) Desv. *Acta Herb.*, 13(1), 137-178.
- Ozturk, Z. N., et al. (2002). Monitoring large-scale changes in transcript abundance in drought-and salt-stressed barley. *Plant Mol. Biol.*, 48(5-6), 551-573.
- R Core Team (2014). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2012.
- Seki, M., et al. (2002). Monitoring the expression profiles of 7000 *Arabidopsis* genes under drought, cold and high-salinity stresses using a full-length cDNA microarray. *The Plant J.*, 31(3), 279-292.
- Taji, T., et al. (2002). Important roles of drought-and cold-inducible genes for galactinol synthase in stress tolerance in *Arabidopsis thaliana*. *The Plant J.*, 29(4), 417-426.
- Verelst, W., et al. (2013). Molecular and physiological analysis of growth-limiting drought stress in *Brachypodium distachyon* leaves. *Mol. Plant*, 6(2), 311-322.
- Zhang, J., et al. (2006). Role of ABA in integrating plant responses to drought and salt stresses. *Field Crop. Res.*, 97(1), 111-119.

Kontaktní adresa:

Ing. Pavel Svoboda

Tým molekulární genetiky

Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Praha

Email: pavel.svoboda@vurv.cz

STUDIUM GENŮ JETELE (*TRIFOLIUM* SPP.) PODÍLEJÍCÍCH SE NA BIOSYNTÉZE FYTOESTROGENŮ

Study of clover genes (*Trifolium* spp.) involved in biosynthesis of phytoestrogens

Štefková M., Dluhošová J., Ištváněk J., Řepková J.

Ústav experimentální biologie, Masarykova univerzita Brno

Abstrakt

S využitím sekvenace jaderného genomu jetele lučního (*Trifolium pratense*) byly identifikovány geny kódující důležité enzymy biosyntetické dráhy isoflavonoidů (fytoestrogenů). Byly navrženy specifické primery pro některé z genů kódujících enzymy chalkon syntázu (EC2.3.1.74) a 6'-deoxychalkon syntázu (EC2.3.1.170). Pomocí metody PCR byla charakterizována jejich exprese u vybraného vzorku rostlin rodu *Trifolium*. Výsledky byly porovnány s hladinou fytoestrogenů obsažených v daných rostlinách. Nebyla potvrzena souvislost mezi obsahem fytoestrogenů v rostlinách *T. pratense* odrůdy Pramedi a mírou exprese zkoumaných genů. Větší rozdíly v expresi genů byly pozorovány při srovnání různých odrůd *T. pratense* a při porovnání *T. pratense* s *T. medium* (jetel prostřední). Expresi kandidátních genů je třeba dále kvantifikovat pomocí PCR v reálném čase.

Klíčová slova: *Trifolium*, fytoestrogeny, biosyntéza, exprese

Abstract

Using the sequence of the nuclear genome of red clover (*Trifolium pratense*) we identified genes encoding essential enzymes of the isoflavonoid (phytoestrogen) biosynthetic pathway. Specific primers were designed for some of the genes encoding enzymes chalcone synthase (EC2.3.1.74) and 6'-deoxychalcone synthase (EC2.3.1.170). Their expression was characterized in a sample of plants of the genus *Trifolium* using PCR method. Results were correlated with the amount of phytoestrogens contained in these plants. Relationship between the amount of phytoestrogens in plants *T. pratense* variety Pramedi and the expression level of studied genes was not confirmed. Larger differences in expression of the genes were observed when comparing different varieties of *T. pratense* and when comparing *T. pratense* with *T. medium* (zigzag clover). Expression of candidate genes needs to be further quantified by real time PCR.

Key words: *Trifolium*, phytoestrogens, biosynthesis, expression

Úvod

Fytoestrogeny (FE) patří mezi rostlinné sekundární metabolity, chemicky je řadíme mezi isoflavonoidy. Tyto látky mají podobné účinky jako živočišné pohlavní hormony estrogeny, což může mít jak pozitivní tak i negativní dopad na lidský a zvířecí organismus. FE jsou obsaženy především v luštěninách (sójové boby) a v píceňkách (jetel, vojtěška). V jeteli je z těchto látek nejvíce zastoupen formononetin a biochanin A, méně pak genistein a daidzein. Vysoký obsah fytoestrogenů v píceňkách má negativní vliv na reprodukci u samic přežvýkavců (Beck *et al.*, 2005), jedním ze šlechtitelských cílů je tedy získat genotypy s nízkým obsahem FE. Na druhou stranu genotypy s vysokým obsahem FE by mohly být využity ve farmacii jako potravinové doplňky. Byly pozorovány pozitivní účinky FE např. u žen v období menopauzy, jako jsou snížení rizika rakoviny prsu (Kim *et al.*, 2008) či prevence osteoporózy (Alekel *et al.*, 2000).

Během studie, která byla provedena v naší Laboratoři molekulární genetiky rostlin ve spolupráci s VŠCHT v Praze, byl pomocí metody ultra-účinné kapalinové chromatografie ve spojení s tandemovou hmotnostní spektrometrií (UPLC – MS/MS) zjištěn obsah celkových i jednotlivých FE u některých odrůd *T. pratense* (850 – 3000 mg/kg) a u *T. medium* (5000 – 11 000 mg/kg; nepublikováno, ústní sdělení). Rozdíl mezi *T. pratense* a *T. medium*

byl také v poměru jednotlivých FE, u *T. pratense* je obsaženo více formononetinu ve srovnání s biochaninem A, u *T. medium* je tento poměr opačný.

Biosyntéza isoflavonoidů je u rostlin součástí dráhy fenyylpropanoidů. Vede přes mnoho meziproductů a účastní se v ní mnoho enzymů. Tyto enzymy jsou často kódovány celou rodinou genů s různou expresí. Další vliv mohou mít konkurenční biosyntetické dráhy, které využívají stejné substráty jako dráha biosyntézy isoflavonoidů. V současné době probíhají studie zabývající se polymorfismy v genech kódujících důležité enzymy a také je dávají do souvislosti s obsahem isoflavonoidů (Visnevski-Necrasov *et al.*, 2013).

Cílem naší práce bylo identifikovat a charakterizovat geny, které se podílejí na biosyntéze isoflavonoidů, pomocí bioinformatických nástrojů a molekulárních metod a najít souvislost mezi expresí těchto genů a obsahem FE. Pro tento postup byla využita sekvence jaderného genomu *T. pratense* (Ištvánek *et al.*, 2014) u které byly predikovány geny kódující proteiny.

Materiál a metody

Byly použity listy *T. pratense* odrůda Tatra a Amos (2n=4x), dále čtyři skupiny rostlin *T. pratense* odrůdy Pramedi, které byly sestaveny vzhledem k jejich kontrastnímu obsahu FE (Tab. 1). Dále byly analyzovány *T. pratense* odrůda Start (2n=2x) a *T. medium* (2n=8x).

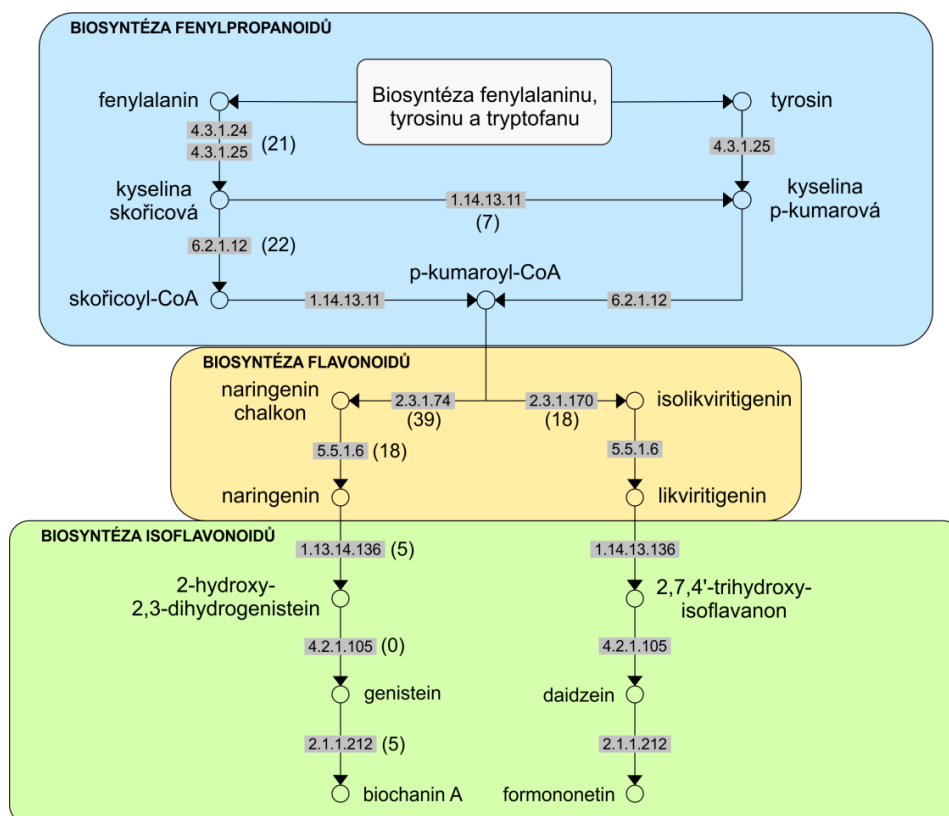
rostlina	celkové FE (mg/kg)	B+G	rostlina	celkové FE (mg/kg)	F+D
EC2.3.1.74			EC2.3.1.170		
3/8/9	2 992	1 315	67/33/28	2 600	1 752
5/6/8	2 400	1 310	3/8/9	2 992	1 674
51/4/20	1 972	1 275	18/1 1F	2 354	1 662
67/3/9	2 035	981	67/33/4	2 187	1 272
67/33/4	2 187	912	67/33/11	2 003	1 173
18/7 1F	1 254	264	9/1/14	867	313
67/3/6	851	339	9/1/10	887	377
67/33/8	929	346	9/1/21	972	429
67/3/23	1 014	350	51/4/10	1 327	444
67/3/4	890	372	67/33/23	1 069	480

Tabulka 1: Kontrastní skupiny rostlin *T. pratense* odrůda Pramedi. B+G skupiny podle obsahu biochaninu A a genisteinu, aktivita enzymu EC2.3.1.74; F+D skupiny podle obsahu formononetinu a daidzeinu, aktivita enzymu EC2.3.1.170.

Pro expresní analýzu byly vybrány dva enzymy na základě pozice v biosyntetické dráze (Obr. 1). 1) Chalkon syntáza (EC2.3.1.74), která větví biosyntetickou dráhu směrem k produkci genisteinu a biochaninu A. 2) 6'-Deoxychalkon syntáza (EC2.3.1.170), která vede k produkci daidzeinu a formononetinu. Zaměřili jsme se také na enzym flavanon-3-hydroxylázu (EC1.14.11.9), který je jedním z nejdůležitějších enzymů konkurenční biosyntetické dráhy. Byly navrženy sekvenčně specifické primery pro expresní analýzu pomocí on-line nástrojů Primer3 a Primer-BLAST a jejich funkčnost byla ověřena pomocí PCR a elektroforézy na 3% agarózovém gelu na menším vzorku RNA z vybraných rostlin.

RNA byla izolována z rostlinného materiálu kitem Rneasy Plant Mini Kit (Qiagen) a purifikována pomocí kitu Turbo DNA Free (Ambion). RNA byla zpětně přepsána do cDNA kitem High Capacity cDNA Reverse Transcription Kit (Applied Biosystems). Tato DNA byla naředěna na alikvoty o koncentraci 500 ng/μl a byla provedena kvalitativní expresní analýza metodou PCR a elektroforézou na 3% agarózovém gelu.

Probíhá optimalizace podmínek pro relativní kvantitativní analýzu metodou RT-PCR (qRT-PCR) na přístroji 7500 Fast (Applied Biosystems); pro detekci fluorescence je využit systém se SYBR Green. Pro relativní kvantifikaci jsou jako endogenní kontrola stabilní exprese testovány geny pro aktin, 18S RNA a ubikvitin-konjugující enzym E2 (UBC2).



Obrázek 1: Zjednodušené schéma biosyntézy isoflavonoidů. Jsou uvedeny důležité enzymy včetně počtu identifikovaných genů *in silico*, které tento enzym kódují.

Výsledky a diskuze

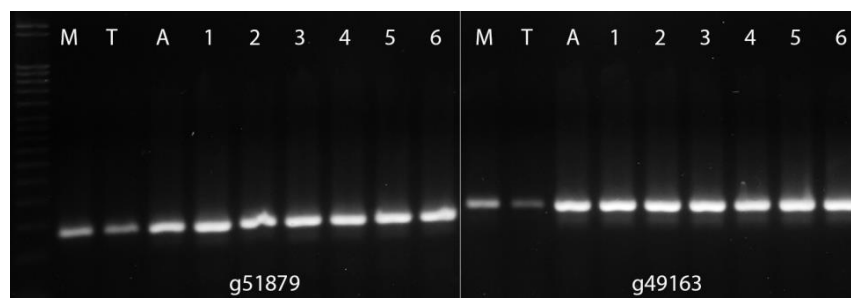
Byly identifikovány geny kódující klíčové enzymy biosyntetické dráhy isoflavonoidů *in silico* (Obr. 1). Biosyntézy se účastní 9 hlavních enzymů, z nichž každý je reprezentován genovou rodinou. Navíc byly identifikovány geny pro enzym EC1.14.11.9. Funkce těchto genů u *T. pratense* pak byly ověřeny srovnáním se sekvencemi příslušných enzymů z databáze GenBank, a to na úrovni sekvence nukleotidů i aminokyselin. Počty genů jsou uvedeny na Obr. 1, dodatečně vybraný enzym konkurenční dráhy EC1.14.11.9 je kódován 9 geny.

Pro geny z rodiny EC2.3.1.74 bylo navrženo 16 párů primerů, z nichž 12 bylo funkčních. Pro geny z rodiny EC2.3.1.170 bylo navrženo 6 párů primerů, pro geny z rodiny EC1.14.11.9 5 párů primerů a všechny byly funkční. Tímto byla také ověřena správnost sekvenčních dat. K ostatním genům nebylo možné navrhnout primery tak, aby byly specifické, což je způsobeno vysokou sekvenční homologií genů v rámci dané genové rodiny.

U fenotypově kontrastních skupin rostlin *T. pratense* odrůdy Pramedi se většina testovaných genů exprimuje, míra exprese je však nezávislá na obsahu fytoestrogenů (Obr. 2). Výraznější rozdíly v expresi byly pozorovány při porovnání *T. medium* a jednotlivých odrůd *T. pratense* mezi sebou, kvantitativní expresní analýzu tedy budeme směřovat do této skupiny vzorků.

Pro kontrolu stabilní exprese u metody qRT-PCR byl vybrán gen pro UBC2 (Khanlou a Van Bockstaele, 2012), jehož stabilita exprese byla ověřena na vybraném souboru rostlin *T. pratense* odrůdy Tatra, Start a *T. medium* rovněž pomocí PCR v reálném čase. Komplikací pro expresní analýzu je skutečnost, že míra exprese genů, které se podílejí na biosyntéze FE

není závislá pouze na sekvenčních polymorfismech, ale je také do značné míry ovlivněna faktory prostředí, např. působením UV záření, poraněním nebo napadením rostliny patogenem (Dao *et al.*, 2011). Expres se také mění v závislosti na vývojovém stádiu rostliny.



Aktivita těchto enzymů může být rovněž regulována na úrovni proteinu kdy je enzym v neaktivní formě.

Obrázek 2: Ukázka expresní analýzy dvou genů kódujících enzym EC2.3.1.74. M – *T. medium*, T – odrůda Tatra, A – odrůda Amos, 1-3 – odrůda Pramedi rostliny s vysokým obsahem FE, 4-6 - odrůda Pramedi rostliny s nízkým obsahem FE.

Závěr

Byly identifikovány geny biosyntetické dráhy FE a byla ověřena jejich exprese na vzorku rostlin rodu *Trifolium*. Nebyla potvrzena souvislost mezi expresí vybraných genů a obsahem FE. U různých druhů a odrůd *T. pratense* byly pozorovány rozdíly v expresi, které je třeba dále kvantifikovat.

Dedikace

Tato práce je řešena s finanční podporou Programu rektora MU pro rok 2015 a projektu NAZV - QI111A019.

Použitá literatura

- Alekel D. L., St Germain A., Peterson C. T., Hanson K. B., Stewart J. W., Toda T. 2000. Isoflavone-rich soy protein isolate attenuates bone loss in the lumbar spine of perimenopausal women. *Am. J. Clin. Nutr.* 72: 844-852
- Beck V., Rohr U., Jungbauer A. 2005. Phytoestrogens derived from red clover: An alternative to estrogen replacement therapy? *J. Steroid Biochem.* 94: 499-518.
- Dao T. T. H., Linthorst H. J. M., Verpoorte R. 2011. Chalcone synthase and its functions in plant resistance. *Phytochem. Rev.* 10: 397-412.
- Ištvánek J., Jaroš M., Křenek A., Řepková J. 2014. Genome assembly and annotation for red clover (*Trifolium pratense*; *Fabaceae*). *Am. J. Bot.* 101(2): 327-337.
- Kim M. K., Kim J. H., Nam S. J., Ryu S., Kong G. 2008. Dietary intake of soy protein and tofu in association with breast cancer risk based on a case-control study. *Nutr. Cancer* 60(5): 568-576
- Khanlou K. M., Van Bockstaele E. 2012. A critique of widely used normalization software tools and an alternative method to identify reliable reference genes in red clover (*Trifolium pratense* L.). *Planta* 236: 1381-1393
- Visnevschi-Necrasov T., Faria M. A., Cunha S. C., Harris J., Meimberg H. W. E., Curto M. A. C., Pereira M. G., Oliveira M. B. P. P., Nunes E. 2013. Isoflavone synthase (IFS) gene phylogeny in *Trifolium* species associated with plant isoflavone contents. *Plant Syst. Evol.* 299: 357-367.

Kontaktní adresa:

Bc. Marie Štefková, Masarykova univerzita, Přírodovědecká fakulta, Ústav experimentální biologie, Laboratoř molekulární genetiky rostlin, Kamenice 5, 625 00 Brno, 393976@mail.muni.cz

VITALITA SEMEN A VELIKOST KOŘENOVÉHO SYSTÉMU ROSTLIN PRO VYŠŠÍ SUCHOVZDORNOST PŠENICE

Seed vigour and root system size for better drought stress tolerance in wheat

Vintrlíková, E., Klimešová J., Středa T.

Mendelova univerzita v Brně

Abstrakt

Vztah stresu suchem a velikosti kořenového systému (VKS) a výnosu zrna pšenice seté (*Triticum aestivum* L.) v souvislosti s vitalitou semen byl hodnocen v nádobovém pokusu. U 16 genotypů byl v jednoletém pozorování ve dvou variantách závlahy (kontrolní varianta; silný stres suchem) zjištěn statisticky průkazný vliv genotypu na VKS (13,4 %) a vitalitu semen (64 %). Vitalita semen nesouvisela s VKS a výnosem zrna. VKS statisticky průkazně ovlivnila výnos zrna pouze za stresu suchem. Nejužší vztah mezi VKS a výnosem zrna byl nalezen ve fázi kvetení ($r=0,851^{**}$). Velký kořenový systém sledovaných genotypů byl faktorem vyššího výnosu zrna pšenice v podmínkách stresu suchem.

Klíčová slova: kořenový systém, vitalita semen, pšenice setá, stres suchem, výnos zrna

Abstract

Effect of drought stress on the root system size (RSS) and grain yield of wheat (*Triticum aestivum* L.) in relation to seed vigour was studied in a one-year pot experiment. A statistically significant impact of winter wheat genotype on RSS (13.4%) and seed vigour (64%) was found among 16 genotypes in two variants of irrigation (control; strong drought stress). The seed vigour was not associated with the RSS and grain yield. The RSS statistically significantly affected grain yield only under drought stress. The closest relationship between the RSS and grain yield was found in the flowering phase ($r = 0.851^{**}$). Large root system of selected wheat genotypes was a factor of higher grain yield in drought stress conditions.

Key words: root system, seed vigour, winter wheat, drought stress, grain yield

Úvod

Metody hodnocení klíčení jsou navrženy především do ideálních podmínek, nicméně je potřeba znát reálné chování mimo laboratoř (Hampton et TeKrony, 1995). V této chvíli nabývá na významu vlastnost semen vycházející ze schopnosti klíčení – vitalita, neboli schopnost semen vyklíčit a vytvořit životaschopnou rostlinu i za nepříznivých podmínek. Vitalita semen je dle Chloupka et al. (2003) hodnocena jako potenciál semen pro rychlé, uniformní vzejití a vývoj normálního semenáčku za širokého spektra polních podmínek. Testy vitality, které měří pouze jeden faktor, určují nespolehlivě vitalitu semen, neboť jen kombinace několika faktorů může dát dobrou předpověď polní vzcházivosti (Hampton et Coolbear, 1990). Dodnes standardně využívané metody určování vitality se omezují na jednoduchý fyziologický fakt – naklíčeno/nenaklíčeno. Vitalita by však měla být vnímána především jako kvalitativní znak pro možnost selekce genotypů tolerantních k abiotickým stresům. Vůbec nejzávažnějším z diskutovaných abiotických stresů zůstává stres vyvolaný nedostatkem vody. Ačkoli sucho brání vývoji obilnin ve všech fázích růstu, nejvýznamnější účinky má v průběhu kvetení a plnění zrna a vede k podstatným ztrátám výnosu, jejichž rozsah je závislý na intenzitě a době trvání sucha (Farooq et al., 2014). Pomocí mnoha studií byl za sucha prokázán intenzivnější růst kořenů, zatímco je potlačován růst nadzemní části rostliny. To má za následek pokles transpirace rostliny, zatímco kořeny mohou prorůst do hlubších vrstev půdy a využívat tak další zásoby vody (Mohr et Schopfer, 1995). Za vláhového deficitu mohou kořeny hrát významnou roli ve vztahu k získání výnosové stability účinnou absorpcí vody z půdy. Je nutné ověřit, zda vitalita obilí je v korelaci s velikostí

kořenového systému – přinejmenším v počátečních růstových fázích rostliny a existuje zde statisticky průkazné propojení s odolností rostlin vůči suchu. V případě že ano, úspěšnou selekcí na vyšší vitalitu dojde ke zvýšení tolerance potomstev k suchu. Vitálnější obilky jsou pak schopny vyhnout se případnému suchu v době zakládání porostů, vytvořit brzy dostatečně velký kořenový systém a lépe a vyrovnaně vzházející porosty.

Cílem práce bylo (i) vyhodnotit rozdíly ve velikosti kořenového systému (VKS) a vitalitě vybraných genotypů pšenice seté, (ii) korelační analýzou kvantifikovat jejich vzájemný vztah a (iii) vyhodnotit vliv velikosti kořenového systému a vitality semen na výnos zrna.

Materiál a Metody

V jednoletém nádobovém pokusu bylo hodnoceno 16 ozimých genotypů pšenice seté (*Triticum aestivum* L.). Rostliny, vždy 8 genotypů po 5 rostlinách v nádobě, byly pěstovány v nádobách o objemu 200 dm³, s rozměry 72×54×51 cm, ve dvou vláhových režimech – kontrola na úrovni přesahující 65 % využitelné vodní kapacity půdy (varianta I) a silný stres suchem téměř na úrovni bodu vadnutí (varianta II). Nádobový pokus byl založen na podzim 2014 ve dvou opakováních v přírodních podmínkách se zamezením přístupu srážek. Jako substrát byla použita orniční vrstva půdy půdního typu černozem arenická. Vlhkost půdy v nádobách byla kontinuálně zaznamenávána čidly Virrib. V průběhu vegetační doby byla zjišťována velikost kořenového systému (VKS) metodou měření jeho elektrické kapacity (Chloupek, 1972). Elektrická kapacita (nF) byla měřena od fáze sloupkování (BBCH 30) metání (BBCH 50), kvetení (BBCH 61) a plnění zrn (BBCH 75) LCR metrem (Extech Instruments) při frekvenci 1 kHz. Sklizeň rostlin byla provedena ve fázi plné zralosti (BBCH 89). Vitalita byla stanovena jako procento vyklíčených semen ve stresových podmínkách, tj. při chladu 10 °C a za fyziologického sucha -0,5 MPa ve vodním roztoku polyethylenglykolu (PEG 6000) při koncentraci 193 g PEG 6000 na 1000 ml vody s teplotou 20 °C. Paralelně byla založena kontrolní varianta působení stresu chladem s optimálním vodním režimem při teplotě 10 °C. Každá varianta byla založena v klíčidlech na filtračním papíru s 50 obilkami vždy ve třech opakováních. Jako správně vyklíčená byla hodnocena semena s délkou klíčku minimálně do poloviny délky obilky a s minimálně třemi kořínky. Procento vyklíčených semen bylo hodnoceno po 14 dnech. Zkouška vitality byla založena souběžně s nádobovým pokusem. Pro obě části experimentu bylo použito identické osivo. Data byla zpracována v programu STATISTICA 10. Následné testování analýzy variance bylo provedeno Tukeyovým HSD testem ($p \leq 0,05$). Byla provedena korelační analýza.

Výsledky a diskuze

Velikost kořenového systému byla analyzována ve vegetativní i generativní fázi růstu rostlin. Průměrné hodnoty VKS získané v průběhu vegetační doby u vybraných genotypů pšenice byly statisticky průkazně odlišné (viz Tab 1.). Byl potvrzen průkazný vliv genotypu (13,4 %) a varianty (76 %) na variabilitu hodnot VKS. Nejmenší kořenový systém vykazovaly genotypy 522 (1,45 nF), 521 (1,46 nF) a 508 (1,5 nF). Nejvyšší hodnoty VKS byly zjištěny u genotypů 529 (2,08 nF), 513 (2,10 nF) a 535 (2,49 nF). Vitalita obilek byla také ovlivněna statisticky průkazně genotypem z 64 %. V podmínkách stresu suchem a chladem průměrně vyklíčilo 86,3 % semen. Mezi méně vitální se řadí především genotypy 513 a 509. Vitalita semen dosahovala pouze 68,7 % resp. 78,0 %. Nejvyšší hodnoty vitality poskytly semena genotypů 508, 503 a 507 (viz Tab. 1).

Tab. 1: Vitalita semen a průměrná VKS sledovaných genotypů pšenice seté.

Genotyp	Vitalita (%)	VKS (nF)	Genotyp	Vitalita (%)	VKS (nF)
513	68,7 a	2,10 ab	529	88,0 b	2,07 ab
509	78,0 ab	1,63 a	535	88,0 b	2,49 b
527	83,3 ab	1,99 ab	510	88,7 b	1,87 ab
505	84,0 ab	1,77 a	536	88,7 b	1,94 ab
521	84,0 ab	1,46 a	532	90,0 b	1,74 a
514	86,7 b	1,93 ab	503	92,0 b	1,78 a
523	87,3 b	1,61 a	507	92,0 b	1,55 a
522	88,0 b	1,45 a	508	94,0 b	1,50 a

Pzn.: Tukeyův HSD test – statisticky odlišné páry ($p \leq 0,05$) jsou označeny rozdílnými písmeny.

Vitalita semen nesouvisela s VKS. Z Tab. 1. lze usuzovat, že průměrná velikost kořenového systému hodnocená v průběhu celé vegetační doby není ovlivněna vitalitou semen v počátku vývoje rostlin. Například genotyp 508 vykazoval nejvyšší dosažené hodnoty vitality a nízké hodnoty VKS a naopak nejméně vitální klíčenci genotypu 513 vynikali velkým kořenovým systémem. Vitalita semen nesouvisela s VKS jedinců pěstovaných ve vláhově optimálních podmínkách ani s VKS jedinců vystavených stresu suchem (Tab. 2). Tento jev může být způsoben dlouhou vegetační dobou ozimé pšenice. Tvorba kořenového aparátu pšenice seté je výrazně ovlivněna ročníkem a lokalitou také v průběhu zimních měsíců. Lze předpokládat, že vliv vitality genotypu na tvorbu kořenového systému se více projeví v raných fázích růstu do fáze odnožování před nástupem zimy.

Tab. 2: Tabulka korelačních koeficientů závislosti vitality semen a velikosti kořenového systému 16 genotypů pšenice seté ve dvou variantách vláhového režimu hodnocené pro 4 fenologické fáze (*korelační koeficient průkazný při $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$).

Vývojová fáze	Varianta vláhového režimu	
	varianta I kontrola	varianta II stres
Sloupkování	0,196	- 0,326
Metání	-0,151	0,143
Kvetení	0,123	0,061
Plnění zrn	-0,172	-0,135

Výnos zrna pšenice nebyl ovlivněn vitalitou semen. Vztah vitality a výnosu zrna dosaženém v optimálně zavlažované variantě (I) byl mírně užší ($r = 0,263$) ve srovnání s výnosem za stresu suchem ($r = 0,021$). Na rozdíl od vitality semen, hrál kořenový systém důležitou roli v tvorbě výnosu především za stresu suchem (viz Tab. 3). Slabá kladná závislost výnosu na velikosti kořenového systému byla zjištěna ve variantě I, a to především ve fázi kvetení. Výnos zrna u suchem stresovaných rostlin ve variantě II byl statisticky průkazně ovlivněn velikostí kořenového systému již od fáze metání až po plnění zrn, tedy v průběhu generativní fáze růstu rostlin. Suchem stresované rostliny poskytly výnos zrna za výrazného vlivu VKS. U sledovaných genotypů pšenice tak byl větší, aktivnější kořenový systém příčinou vyššího výnosu zrna. Nejvýraznější vliv VKS na výnos byl v obou vláhových režimech zaznamenán ve fázi kvetení. V této etapě vývoje je u mnoha druhů plodin prokázána vyšší citlivost vůči stresu suchem. Funkční kořenový systém v této, pro tvorbu výnosu, klíčové fázi vývoje může být jedním ze znaků genotypů obilnin odolných ke stresu suchem.

Tab. 3: Tabulka korelačních koeficientů závislosti výnosu zrna a velikosti kořenového systému 16 genotypů pšenice seté ve dvou variantách vláhového režimu hodnocené pro 4 fenologické fáze (*korelační koeficient průkazný při $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$).

Varianta vláhového režimu		
Vývojová fáze	varianta I (kontrola)	varianta II (stres)
Sloupkování	0,218	0,379
Metání	0,309	0,689**
Kvetení	0,393	0,851**
Plnění zrn	0,238	0,595*

Závěr

Analýzou variance byly zjištěny statisticky průkazné rozdíly mezi VKS resp. vitalitou semen sledovaných genotypů. Efekt genotypu byl v obou případech statisticky průkazný. Vitalita semen nesouvisela s výnosem zrna ani s průměrnou VKS pšenice. Tento jev může být do určité míry vysvětlen dlouhou vegetační dobou ozimé pšenice, kde jsou vlastnosti genotypu, výrazněji než u jarních odrůd, modifikovány vlivem prostředí, především průběhem počasí během zimních měsíců. VKS pšenice statisticky významně ovlivnila výnos zrna za stresu suchem. Genotypy s větší VKS dosáhly v podmínkách vodního deficitu vyššího výnosu zrna. Nejuzší vztah mezi VKS a výnosem zrna byl nalezen ve fázi metání ($r = 0,689^{**}$) a kvetení ($r = 0,851^{**}$). Funkční kořenový systém v této, pro tvorbu výnosu, klíčové fázi vývoje tak patrně může být jedním ze znaků genotypů obilnin odolných ke stresu suchem.

Dedikace

Tato publikace vznikla na Mendelově univerzitě v Brně v rámci projektu IGA AF MENDELU č. TP 7/2015 podpořeného z prostředků účelové podpory na specifický vysokoškolský výzkum, kterou poskytlo MŠMT v roce 2015.

Použitá literatura

- Farooq, M., Hussain, M., Siddique, E. K. H. M. 2014: Drought Stress in Wheat during Flowering and Grain-filling Periods. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 33: 331-34.
- Hampton, J. G., Coolbear, P. 1990: Potential versus actual seed performance – can vigour testing provide an answer? *Seed Science and Technology*, 18: 215–228.
- Hampton, J. G., Tekrony, D. M. 1995: *Handbook of vigour test methods*. Zurich: ISTA, 117s.
- Chloupek, O. 1972: The relationship between electric capacitance and some other parameters of plant roots. *Biologia Plantarum*, 14: 227-230.
- Chloupek, O., Hrstková, P., Jurečka, A., Graner, A. 2003: Tolerance of barley seed germination to cold- and drought- stress expressed as seed vigor. *Plant Breeding*, 122: 199-203.
- Mohr, H., Schopfer, P. 1995. *Plant Physiology*, 629 s. ISBN3-540-58016-6.

Kontaktní adresa:

Ing. Jana Klimešová
Mendelova univerzita v Brně
Zemědělská 1, 61300 Brno-Černá Pole
jana.klimesova@mendelu.cz

ALELOPATIE KOŘENOVÝCH EXSUDÁTŮ AMBRÓZIE PEŘENOLISTÉ (*AMBROSIA ARTEMISIIFOLIA* L.)

Allelopathy of root exudates of common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.)

Figala J.¹, Lojková L.¹, Lvončík S.¹, Hohnová B.², Moravcová D.², Formánek P.¹

¹Mendelova univerzita v Brně

²AV ČR, v. v. i., Brno

Abstrakt

Ambrózie peřenolistá (*Ambrosia artemisiifolia* L.) pochází ze Severní Ameriky a do Evropy byla zavlečena ve druhé polovině 19. století. Ambrózie peřenolistá je plevem polních plodin a producentem značného množství vysoce alergenního pylu. V předložené práci jsou prezentovány poznatky o alelopatickém působení kořenových výměšků (exsudátů) ambrózie peřenolisté na klíčení a růst vybraných druhů rostlin.

Klíčová slova: kořenové exsudáty, alelopatie, ambrózie peřenolistá

Abstract

Invasive plant *Ambrosia artemisiifolia* (Asteraceae) of North American origin is an important agricultural weed in Europe and also occupies large non-crop areas with a range that is likely to accelerate under climate change. Its pollen grains are noxious aeroallergens and cause summer hay fever. Knowledge on allelopathic effect of root exudates of *Ambrosia artemisiifolia* on germination and growth of plant species are presented in this work.

Key words: root exudates, allelopathy, common ragweed

Úvod

Ambrózie peřenolistá (*Ambrosia artemisiifolia* L.) je jednoletá šedozelená bylina z čeledi hvězdnicovitých s 10-150 cm vysokou větvenou lodyhou, s 1-3x peřenosečně dělenými vstřícnými nebo střídavými listy a nenápadnými zelenkavými květy. Méně četné samičí květy přisedají v úžlabích horních listů a posléze se z nich vyvíjejí 2,5-3,5 mm dlouhé plody (nažky) ukrývající semena; výrazně početnější samčí květy vytvářejí úbory o průměru 4-5 mm uspořádané do hroznů na koncích jednotlivých lodyžních větví. Kořen rostliny je kulový, rozvětvený.

Ambrózie peřenolistá pochází ze Severní Ameriky a do Evropy byla zavlečena ve druhé polovině 19. století (~1860)(Hegi, 1908-1931); v České republice byl výskyt ambrózie peřenolisté zaznamenán již v roce 1883 v jetelišti u Třeboně (Čelakovský, 1885). Ambrózie peřenolistá je plevem polních plodin a producentem značného množství vysoce alergenního pylu.

V rámci řešení projektu Nové sloučeniny ve vodorozpusťných kořenových exsudátech *Ambrosia artemisiifolia* kultivované za rozdílných podmínek (LD14020) byl studován vliv kořenových exsudátů ambrózie peřenolisté na klíčení a růst vybraných druhů rostlin (*Plantago lanceolata* L., *Lotus corniculatus* L., *Festuca rubra* L., *Phleum pratense* L. a *Arrhenatherum elatius* L.).

Materiál a metody

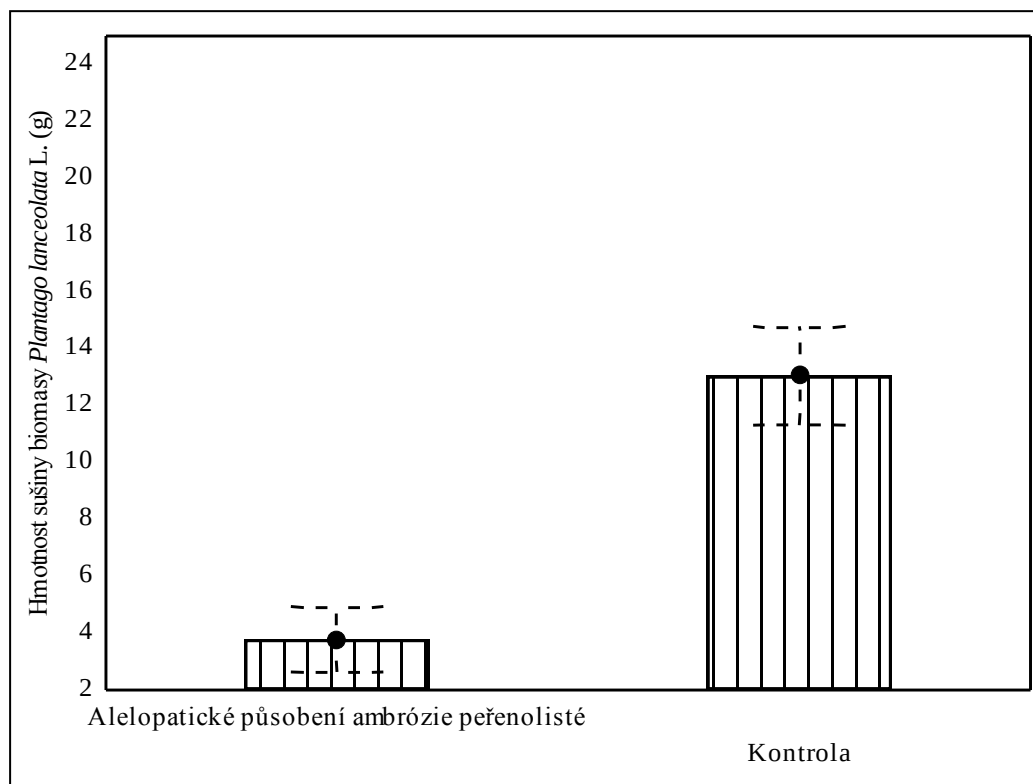
Stanovení a poznatky o alelopatickém působení ambrózie peřenolisté na klíčení studovaných druhů rostlin jsou popsány v práci Kašparové (2015). Kultivace studovaných druhů rostlin (*Plantago lanceolata* L. a *Lotus corniculatus* L.) ve variantě s alelopatickým působením kořenových výměšků ambrózie peřenolisté a v kontrolní variantě byla zahájena v červnu; stanovení hmotnosti sušiny biomasy studovaných druhů rostlin bylo realizováno v říjnu. V každé pokusné variantě (*Plantago lanceolata* L. s alelopatickým působením kořenových

výměšků ambrózie peřenolisté, *Plantago lanceolata* L., *Lotus corniculatus* L. s alelopatickým působením kořenových výměšků ambrózie peřenolisté a *Lotus corniculatus* L.) byla stanovena hmotnost sušiny biomasy 5 rostlin.

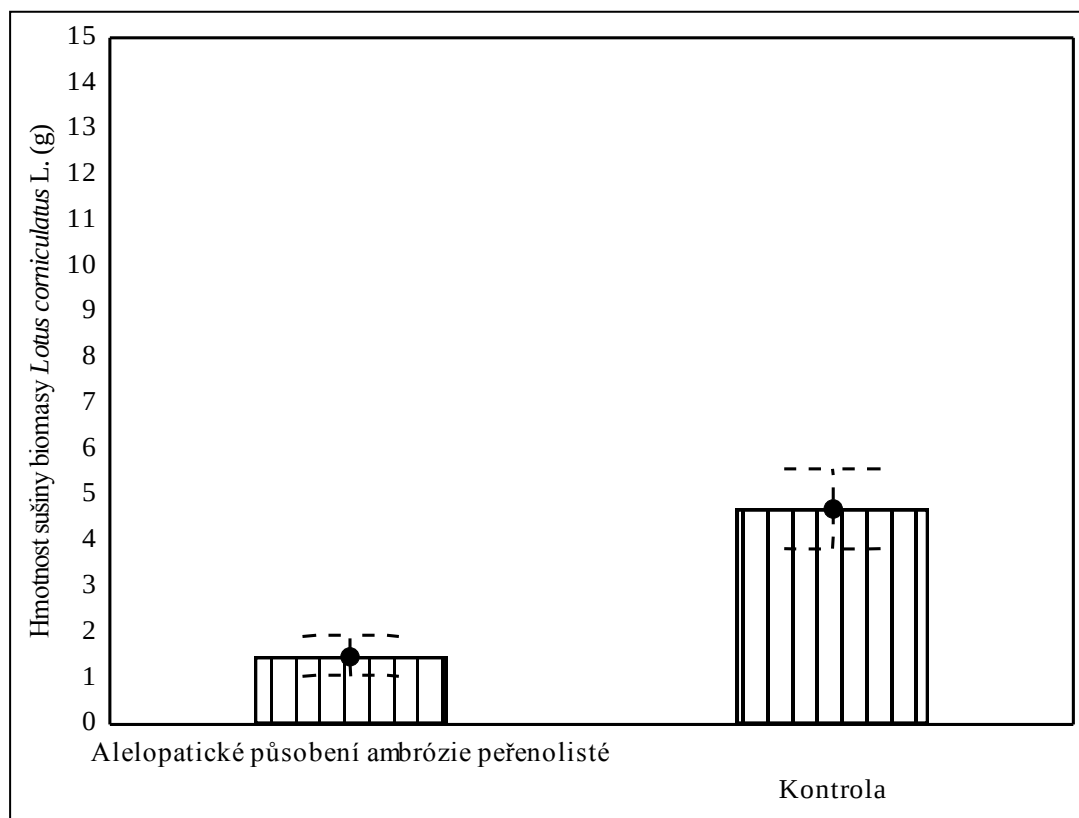
Výsledky a diskuze

Hmotnost sušiny celkové biomasy studovaných druhů rostlin (*Plantago lanceolata* L. a *Lotus corniculatus* L.) byla redukována působením kořenových výměšků ambrózie peřenolisté (Obr. 1 a 2). Ve variantě s alelopatickým působením kořenových výměšků ambrózie peřenolisté byla zjištěna hmotnost sušiny celkové biomasy jitrocele kopinatého (*Plantago lanceolata* L.) $3,79 \pm 1,15$ g (průměr $\pm$ stř. chyba); v kontrolní variantě byla zjištěna hmotnost sušiny celkové biomasy jitrocele kopinatého $13,06 \pm 1,74$ g. Ve variantě s alelopatickým působením kořenových výměšků ambrózie peřenolisté byla zjištěna hmotnost sušiny celkové biomasy štirovníku růžkatého (*Lotus corniculatus* L.) $1,49 \pm 0,44$ g; v kontrolní variantě byla zjištěna hmotnost sušiny celkové biomasy štirovníku růžkatého $4,71 \pm 0,87$ g. Získané poznatky o alelopatickém působení kořenových výměšků ambrózie peřenolisté na růst košťavy červené (*Festuca rubra*), bojínku lučního (*Phleum pratense*) a ovsíku vyvýšeného (*Arrhenatherum elatius*) jsou popsány v práci Kašparové (2015). Vidotto a kol. (2013) prokázali inhibici růstu obilnin (*Hordeum vulgare* L. a *Triticum aestivum* L.) a *Lycopersicon esculentum* Mill. působením kořenových výměšků ambrózie peřenolisté.

Obr. 1. Hmotnost sušiny celkové biomasy jitrocele kopinatého (*Plantago lanceolata* L.) (průměr $\pm$ stř. chyba)



Obr. 2. Hmotnost sušiny celkové biomasy štirovníku růžkatého (*Lotus corniculatus* L.) (průměr ± stř. chyba)



Obr. 3. Alelopatické působení kořenových výměšků ambrózie peřenolisté na růst jitrocele kopinatého (*Plantago lanceolata* L.)(A) a růst jitrocele kopinatého v kontrolní variantě (B)

A)



B)



Obr. 4. Alelopatické působení kořenových výměšků ambrózie peřenolisté na růst štírovníku růžkatého (*Lotus corniculatus* L.)(A) a růst štírovníku růžkatého v kontrolní variantě (B)

A)



B)



Závěr

V předložené práci byla prokázána inhibice růstu jitrocele kopinatého (*Plantago lanceolata* L.) a štírovníku růžkatého (*Lotus corniculatus* L.) působením kořenových výměšků ambrózie peřenolisté (Obr. 3 a 4)

Dedikace

Studie byla realizována v rámci řešení projektu LD14020 „Nové sloučeniny ve vodorozpustných kořenových exsudátech *Ambrosia artemisiifolia* kultivované za rozdílných podmínek“

Použitá literatura

- Čelakovský, L. 1885. Resultate der botanischen Durchforschung Böhmens im Jahre 1883. Sitzungsber. Königl. Böhm. Ges.Wiss. 1884, 54-89.
- Hegi, G. 1908-1931. Illustrierte Flora von Mitteleuropa: mit besonderer Berücksichtigung von Deutschland, Österreich und der Schweiz. Lehmann, München
- Kašparová, M. 2015. Vliv alelopatických látek obsažených v biomase *Ambrosia artemisiifolia* L. na vybrané rostliny a odhad aktuálních rizik pro zemědělskou produkci. MENDELU, Brno
- Vidotto, F., Tesio, F., Ferrero, A. 2013. Allelopathic effects of *Ambrosia artemisiifolia* L. in the invasive process. Crop Prot. 54, 161-167.

Kontaktní adresa:

Mgr. Lea Lojková, Ph.D.
Mendelova univerzita v Brně
Ústav chemie a biochemie
Zemědělská 1
61300 Brno
min.leisha@gmail.com

VÝZKUM CHOROB U TRAV PĚSTOVANÝCH NA SEMENO A OBILOVIN V PODMÍNKÁCH MARGINÁLNÍ OBLASTI ZUBŘÍ

Research on diseases in grasses grown for seed and cereals in conditions of marginal areas in Zubří

Frydrych J., Volková P.

OSEVA vývoj a výzkum s.r.o. Zubří

Abstrakt

V travách pěstovaných na semeno nyní nabývá na významu choroba běloklasost způsobena živočišným škůdcem (*Leptopterna dolabrata*). V současnosti probíhá ověřování nových insekticidních přípravků proti tomuto živočišnému škůdci. V roce 2013 byl podán návrh o rozšíření na minoritní použití nového přípravku Biscaya 240 OD do trav pěstovaných na semeno. Současně probíhá v podmínkách výzkumné stanice travinářské v Zubří ověřování nových účinných látek v obilovinách proti chorobám jako je plíseň sněžná, snět mazlavá, padlí travní, braničnatka plevová, braničnatka pšeničná, rez pšeničná a fuzariózy klasů. Byly ověřeny fungicidy snižující napadení fuzariózami v klase obilovin a i následný obsah deoxynivalenolu. Výzkum chorob trav a obilovin vzájemně souvisí. Účinné látky proti chorobám obilovin jsou úspěšně testovány a doporučovány pro použití i v travách pěstovaných na semeno. Nový výzkum zaměřený na patogeny v zrně obilovin probíhá v současné době na stanici v Zubří.

Klíčová slova: výzkum, trávy pěstované na semeno, běloklasost, obiloviny, fuzariózy

Abstract

On the purposely grown seed grass stands, now takes on significance silvertop caused by animal parasites meadow plant bug (*Leptopterna dolabrata*). At the moment is being carried out testing of new insecticides against the this animal parasites. There was initiated a suggestion in the matter of extension in the minor use of the new product Biscaya 240 OD in grasses grown for seed in 2013. Simultaneously there is running testing of new powerfull substances in cereals in research grass institution in Zubří against importatnt illnesses such as *Monographella nivalis*, *Parastagonospora nodorum*, *Mycosphaerella graminicola*, *Puccinia recondita* and *Fusarium*. There were verified fungicides reducing infection of *Fusarium* in cereal heads and also the subsequent content of deoxynivalenol. Research into diseases of grasses and cereals is interrelated. Active agents against the diseases of cereals are successfully tested and recommended for use in grasses grown for seed. A new research is currently taking place in the field of cereals focusing on pathogens in cereals grain at the institute in Zubří.

Key words: research, grasses grown for seeds, silvertop, cereals, *Fusarium*

Úvod

Choroby v travách pěstovaných na semeno

Významnými škůdci v travních a jetelových porostech jsou ploštice. U cíleně pěstovaných porostů trav na semeno nabývá na významu choroba běloklasost způsobená živočišným škůdcem klopouškou hnědožlutou. Toto onemocnění provází praktické travní semenářství téměř od jeho vzniku. Původcem běloklasosti je klopouška hnědožlutá (*Leptopterna dolabrata*) hmyz z podřádu *Heteroptera* – ploštice, čeledi *Miridae* – klopouškovité. Škody způsobované tímto onemocněním nabyly významu s postupně se zvyšujícím množstvím ploch trav s víceletým využíváním. V 60. letech 20. století dosáhlo poškození kalamitního charakteru. Toto onemocnění je druhově specifické a napadá výhradně pěstované druhy rodu *Poa*, *Agrostis*, dále např. druhy *Festuca pratensis*, *F. rubra* a *F. ovina*, *Trisetum flavescens*, *Cynosurus cristatus* a některé další méně významné travní druhy. Se stářím porostu se intenzita napadení zvyšuje. Typickým projevem choroby je zcela odumřelé, slámovité zabarvené a „berlicovitě“ zahnuté stéblo. Celá květní lata je odumřelá (hluchá), konec stébla (po oddělení od bazální části) má charakteristické zaškrcení s bělavým povlakem, kde se často

nachází mycelium houby *Fusarium poae*. Na rozdíl od starších údajů, kdy jako původci byli označováni roztoči *Siteroptes graminum* a *Steneotarsonemus spirifex*, bylo zjištěno, že primárním a nejzávažnějším původcem u nás je klopeška hnědožlutá (Rotrekl et al. 1985, Cagaš et al. 1986), která nabodává stéblo v období od sloupkování do metání a svými toxiny za spolupůsobení fusaria způsobuje odumření fertilního stébla. Následkem tohoto onemocnění fertilního stébla trav dochází k přímým ztrátám na výnosu semen.

Ošetření travních porostů proti klopešce je součástí pěstitelské technologie v travách na semeno a je doporučováno provést u hostitelských travních druhů jako je kostřava luční, červená a ovčí, trojštět žlutavý, pohánka hřebenitá, druhy rodu lipnice a psineček (Cagaš, Macháč 2001). Nebezpečí napadení běloklasostí se významným způsobem projevuje zejména od druhého užitkového roku trav pěstovaných na semeno a se stářím porostu se intenzita napadení zvyšuje a může způsobit vysoké ztráty na výnosu semen u pěstovaných travních druhů. Cagaš, Macháč (2001) doporučují spolehlivou ochranu proti klopešce insekticidem na bázi deltamethrinu Decis EW 50 (0,1 – 0,3 l.ha⁻¹ (v současnosti Decis Mega 0,1 – 0,15 l.ha⁻¹) ve fázi sloupkování, nejpozději na začátku metání.

Choroby v obilovinách

Současně probíhá v podmínkách výzkumné stanice travinářské v Zubří ověřování nových účinných látek v obilovinách proti chorobám jako je plíseň sněžná, sněť mazlavá, padlí travní, braničnatka plevová, braničnatka pšeničná, rez pšeničná a fuzariózy klasů. Výzkumná stanice travinářská v Zubří se podílí více jak 15 let na zkoušení biologické účinnosti přípravků v obilovinách v rámci režimu GEP. Pokusy jsou realizovány zejména v pšenici ozimé, ozimém ječmeni, jarním ječmeni a ovsu. Marginální oblast v Zubří vytváří příznivé podmínky pro ověření účinnosti přípravků proti významným chorobám v obilovinách a současně je i vhodným testovacím stanovištěm pro výzkum kvalitativních parametrů zrna obilovin.

V roce 2015 byly založeny v Zubří pokusy s jarním bezpluchým ječmenem (odrůdy AF Lucius a AF Cesar) a nahým ovsem (odrůdy Otakar a Saul) s cílem zjistit nové poznatky o vlivu napadení bezpluchého ječmene a nahého ovsa vybranými toxigenními houbami na technologickou kvalitu a s cílem sledování změn kvality a obsahu mykotoxinů v průběhu skladování zrna.

Materiál a metody

Pokusy v travách pěstovaných na semeno

Pokus s kostřavou červenou byl založen v roce 2007 na stanovišti v Zubří, měl 5 variant a velikost parcel 9x15 m. Pokus byl sklizen na semeno v poslední dekádě června ve všech sklizňových letech. Před sklizní byl zjištěn počet běloklasých stébel a počet fertilních stébel. V prvním užitkovém roce 2008 byly rozdíly mezi hodnocenými znaky u jednotlivých variant neprůkazné. Rozdíly mezi hodnocenými znaky u neošetřené kontroly a ošetřených variant se projeví ve druhém užitkovém roce 2009 zejména u kostřavy červené. V roce 2010 a 2011 rovněž nebyly tak výrazné rozdíly ve výskytu běloklasosti jako v roce 2009.

Variety ošetření:

1. neošetřená kontrola (jedná se o neošetřenou kontrolu insekticidem)
2. ošetření insekticidem v době plného sloupkování – Decis Mega 0,15 l.ha⁻¹
3. ošetření insekticidem v době plného metání – Decis Mega 0,15 l.ha⁻¹ – simulace nesprávného ošetření v praxi – pozdní ošetření již nemá vliv na snížení výskytu běloklasosti
4. ošetření insekticidem v době plného sloupkování – Decis Mega 0,3 l.ha⁻¹ – dvojnásobná dávka
5. ošetření přípravkem s novou účinnou látkou Biscaya 240 OD v dávce 0,3 l.ha⁻¹ v době plného sloupkování

Nový výzkum chorob obilovin na stanovišti v Zubří

V letošním roce se stanice podílí v rámci výzkumu obilovin na řešení projektu „Technologie a metody pro zachování kvality, bezpečnosti a nutriční hodnoty vybraných rostlinných surovin“. Projekt koordinuje Agrotest fyto s.r.o. Kroměříž. Dalšími partnery projektu jsou PRO BIO Staré Město, VÚZT Praha a VÚRV Praha.

V roce 2015 byly založeny v rámci tohoto projektu polní pokusy v Zubří s 2 odrůdami bezpluchého ječmene (AF Lucius a AF Cesar) a 2 odrůdami nahého ovsa (Otakar a Saul) ve variantě kontrolní a inokulované patogenem *Fusarium culmorum* (postřik suspenzí spor ve fázi kvetení). Polní pokusy byly založeny metodou znárodněných polních bloků ve čtyřech opakováních o velikosti parcel 10 m². Byla použita technologie pěstování vhodná pro danou plodinu a lokalitu. Výsledná sklizeň zrna bude rozborována na kvalitativní parametry jako je vlhkost, objemová hmotnost, obsah příměsí a nečistot – s důrazem na podíl fuzariózních zrn, číslo poklesu, obsah dusíkatých látek v sušině a sedimentační index podle Zelenyho.

Výsledky a diskuse

Tab. 1 Průměrné výsledky výnosu porostu košťavy červené po aplikaci pesticidů v letech 2008–2011 u košťavy červené, hodnocené výsledné znaky na m²

Varianty	Počet běloklasých stébel na m ²	Počet fertilních stébel	Výnos osiva v g	% navýšení oproti kontrole
1	8,5	1589	77,8	100
2	4	1708	88,9	114,3
3	2	1729	90,9	116,9
4	2,5	1991	100,9x	129,8
5	5	1921	91,7	117,9

Výnos osiva v g - ANOVA LSD 0,05: 179.31 LSD 0,01: 251.69.

Při ošetření Decisem Mega v dávce 0,15 l.ha⁻¹ v období sloupkování činí navýšení výnosu osiva u košťavy červené 14,3 % v průměru za roky 2008 – 2011 a u ošetření přípravkem Biscaya 240 OD v dávce 0,3 l.ha⁻¹ navýšení o 17,9 % výnosu osiva. Varianta číslo 4 dvojnásobná dávka přípravku Decisu Mega je zkoušena kvůli fytotoxicitě insekticidu. V průběhu let 2008-2011 nebyla fytotoxicita zaznamenána.

Výsledky výzkumu patogenů obilovin v podmínkách Zubří

Tab. 2 Průměrný výskyt chorob klasů v podmínkách výzkumné stanice travinářské v Zubří v letech 2008 až 2010 a výsledný obsah deoxynivalenolu po ošetření fungicidní účinnou látkou.

Rok a odrůda ozimé pšenice	Patogen Ošetřeno Účinná látka Dávka	Napadení klasu na kontrole (%)	Obsah DONU na kontrole (mg.kg ⁻¹)	Napadení klasu na ošetřené Variantě (%)	Obsah DONU na ošetřené variantě (mg.kg ⁻¹)
2008 Vlasta	<i>Fusarium graminearum</i> tebuconazole 250 g.l ⁻¹ Dávka 1l.ha ⁻¹	48,37	2,261	13,33	0,502
2009 Akteur	<i>Fusarium culmorum</i> Azoxystrobin	22,04	0,066	6,60	0,016

	250 g.l ⁻¹ Dávka 0,8 l.ha ⁻¹				
2010 Dromos	Fusarium graminearum tebuconazole 250 g.l ⁻¹ Dávka 1l.ha ⁻¹	55,59	0,633	17,62	0,201

V rámci testování nových účinných látek proti klasovým chorobám obilovin byl v letech 2008 až 2010 zjišťován vliv ošetření fungicidu ve fázi ozimé pšenice BBCH 61-65 na snížení napadení fuzariozami a vliv na obsah DONU na kontrole a ošetřené variantě. Výsledná tabulka (Tab. 2) ukazuje souvislost mezi snížením napadení fuzariozami na ošetřené variantě a snížením obsahu DONU v zrna obiloviny.

Závěr

Výzkum chorob trav a obilovin vzájemně souvisí. Účinné látky proti chorobám obilovin jsou úspěšně testovány i v travách pěstovaných na semeno. Po ověření jsou tyto nové účinné látky v obilovinách registrovány v travách pěstovaných na semeno pro zemědělskou praxi a doporučovány při poradenství. Příkladem může být přípravek Amistar, který je registrovaný a doporučovaný do trav pěstovaných na semeno proti rzi a ostatním listovým chorobám.

V roce 2013 byl podán podnět o rozšíření na minoritní použití nového přípravku Biscaya 240 OD do trav pěstovaných na semeno proti původci významné choroby v travním semenářství, kterou je klopůška hnědožlutá. V současnosti je do trav pěstovaných na semeno registrován pouze přípravek Decis Mega v dávce 0,15 – 0,3 l.ha⁻¹. Tento přípravek je používán v zemědělské praxi do náchylných travních druhů proti běloklasosti. Je pravidelně doporučován při poradenství prováděném pracovníky OSEVA vývoj a výzkum s.r.o. v zemědělském provozu. Byly ověřeny fungicidy snižující napadení fuzariózami v klase obilovin a jejich vliv na následný obsah deoxynivalenolu. Od roku 2015 se stanice podílí v rámci výzkumu obilovin na řešení projektu Technologie a metody pro zachování kvality, bezpečnosti a nutriční hodnoty vybraných rostlinných surovin zaměřeného na patogeny v zrně obilovin.

Dedikace

Publikace je realizována na základě podpory projektu NAZV QJ1510204 Technologie a metody pro zachování kvality, bezpečnosti a nutriční hodnoty rostlinných surovin a na základě podpory projektu NAZV QH 72151 Ovlivňování biodiverzity hmyzu v krajině různými způsoby zemědělského využití půdy a zemědělskými technologiemi se zaměřením na škůdce trav a jetelovin a jejich bioregulátory.

Použitá literatura

- ROTREKL, J., KLUMPAR, J., CAGAŠ, B., BUMERL, J. (1985): Ploštice a totální běloklasost trav. Sb. – O Uvtiz - Ochrana Rostlin 21(4), s. 267-274.
- SOROKA, J. J., GOSSEN, B. D., COULMAN, B. E. (1997): Arthropods, silvertop and grass seed yield. XVIII. Int. Grassl. Congress Canada, June 8-19, p. 41-42. (ID No 1679).
- CAGAŠ, B., KLUMPAR, J., ROTREKL, J., BUMERL, J. (1986): Chemická ochrana proti běloklasosti trav. Sb. Uvtiz Ochrana Rostlin 22(4), s. 295-300.

Kontaktní adresa:

Ing. Jan Frydrych

OSEVA vývoj a výzkum s.r.o., Hamerská 698, Zubří 756 54, frydrych@oseva.cz

PLEVELE V KUKUŘICI A PŮDOOCHRANNÉ TECHNOLOGIE PĚSTOVÁNÍ

Weeds in maize and soil conservation technologies

Chovancová S., Smutný V., Winkler J.

Mendelova univerzita v Brně

Abstrakt

Cílem práce je posouzení vlivu technologií pěstování kukuřice na intenzitu zaplevelení a druhové složení plevelů. Pokusný pozemek se nachází v katastrálním území obce Žabčice (MENDELU). V polním pokusu byly použity tři varianty technologie zpracování půdy: tradiční (CT), minimalizační (MT) a pásové (ST) zpracování půdy. V průběhu sledování bylo nalezeno 19 různých druhů plevelů. Výsledky analýzy CCA, která hodnotila vliv zpracování půdy na výskyt plevelů, jsou signifikantní. Nejvyšší zaplevelení bylo zjištěno na pozemku s využitím tradiční varianty zpracování půdy. Výrazný podíl na zaplevelení této varianty měly především časně jarní druhy plevelů. Technologie zpracování výrazně zasáhla i do druhového složení plevelů. Teplomilnější druhy plevelů se více vyskytovaly na variantě s kypřením a s pásovým zpracováním půdy.

Klíčová slova: plevelé, kukuřice, zpracování půdy

Abstract

The aim of this study is to assess the impact of cultivation technology of maize on the weed infestation intensity and weed species composition. The experimental field is located in cadastral area of village Zabčice (MENDELU). Three variants of soil tillage were applied: conventional (CT), minimum (MT) and strip (ST) tillage. It was found 19 various weed species within the monitoring. Results of CCA analysis, which evaluated the effect of tillage on weed occurrence are significant. The highest weed infestation was recorded on the variant of conventional tillage. Especially early spring species had a significant participation on the weed infestation of this variant. Tillage greatly affected also the species composition of weeds. Thermophilic weed species are more commonly occurred on variants of minimum and strip tillage.

Key words: weeds, maize, soil tillage

Úvod

Pěstování kukuřice naráží na řadu problémů, především na erozně ohrožených půdách. Omezení eroze půdy je závislé také na struktuře povrchové vrstvy půdy, infiltraci vody do půdy a vodotělnosti půdních agregátů, které jsou zpravidla lepší při redukovaném zpracování půdy (Azooz, Arshad, 1997; Tippl et al. 2005). Vliv zpracování půdy na plevelé byl a je studován celou řadou autorů (Arshad, 1999; Barberi et al. 1998; Bilalis et al. 2001; Procházková et al. 2009). Ovšem většina autorů svou pozornost zaměřuje na porosty úzkorádkových obilnin (pšenice, ječmen). Porosty kukuřice jsou z tohoto pohledu opomíjeny. Půdoochranné technologie pěstování vytvářejí nový rámec pro pěstování kukuřice, ale i pro plevelé.

Materiál a Metody

Pokusný pozemek se nachází v katastrálním území obce Žabčice. Ta patří do geomorfologické oblasti Dyjsko-svrateckého úvalu. Žabčice se nachází necelých 25 km jižně od města Brna, v rovinném terénu s nadmořskou výškou 179 metrů nad mořem, a řadíme je do kukuřičné výrobní oblasti. Oblast Žabčic se dá považovat za velmi teplou a suchou, podle sledování klimatu je v posledních 30 letech průměrná roční teplota 9,2 °C a roční úhrn srážek 483,3 mm. Naměřené meteorologické údaje byly použity ze stanice pokusného areálu Mendelovy univerzity v Žabčicích. Stanoviště patří k lužním glejovým půdám a je situováno v nížní oblasti řeky Svratky. Do hloubky silně narůstá glejový proces, který je způsoben nepřetržitým vlivem spodní vody. Orniční vrstva je hlinitá až jílovitohlinitá.

Varianty pokusu:

I. Tradiční zpracování půdy (CT) – po sklizni předplodiny byla provedena orba do hloubky 0,2 až 0,24 m (středně hluboká) otočným oboustranným pluhem Lemken. V jarním období je proveden výsev pomocí secí kombinace Accord a následuje i zaválení cambridgeskými válci.

II. Minimalizační zpracování půdy (MT) – po sklizni předplodiny je provedeno celoplošné kypření, kde byla provedena podmítka dlátovým kypřičem Kverneland do hloubky 0,1 m. Na jaře následoval výsev pomocí secí kombinace Accord a následné zaválení cambridgeskými válci.

III. Pásové zpracování půdy (ST) – po sklizni předplodiny se povrch půdy nezpracovává. Půda se zpracovává jen v úzkých pásech. Pro setí byla použita speciální secí kombinace a následně se pozemek zaválí cambridgeskými válci.

Zaplevelení bylo hodnoceno v porostech kukuřice početní metodou. Počty jedinců jednotlivých druhů plevelů byly zjišťovány na ploše 1 m² a to 24krát. Termíny vyhodnocení byly 7. 6. až 8. 6. 2014, 30. 5. až 1. 6. 2015. České a latinské názvy jednotlivých druhů plevelů byly použity podle Kubáta (2002). Ke zjištění vlivu vybraných technologií zpracování půdy na jednotlivé druhy plevelů, byly použity mnohorozměrné analýzy ekologických dat. Výběr optimální analýzy se řídil délkou gradientu (*Lengths of Gradient*), zjištěného segmentovou analýzou DCA (*Detrended Correspondence Analysis*). Dále byla použita kanonická korespondenční analýza CCA (*Canonical Correspondence Analysis*). Při testování průkaznosti pomocí testu Monte-Carlo bylo propočítáno 499 permutací. Data byla zpracována pomocí počítačového programu Canoco 4.0. (Ter Braak, 1998).

Výsledky a diskuze

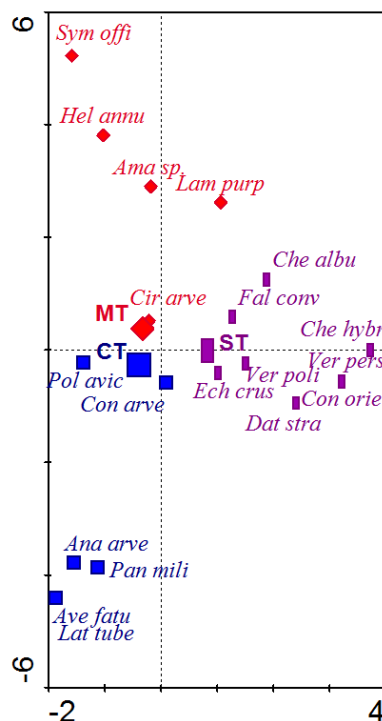
V průběhu dvouletého sledování bylo nalezeno 19 druhů plevelů v porostech kukuřice seté. Průměrné počty jedinců nalezených druhů plevelů na variantách zpracování půdy a v letech sledování jsou uvedeny v Tab. I.

Tab. I. Průměrné počty jedinců plevelů na variantách zpracování půdy a letech (ks.m⁻²)

Druhy	Zkratky	Varianty zpracování půdy			Roky	
		CT	MT	ST	2014	2015
<i>Amaranthus</i> spp.	<i>Ama</i> sp.	0,04	0,29	0,13	0,07	0,24
<i>Anagallis arvensis</i>	<i>Ana</i> arve	0,02			0,01	
<i>Avena fatua</i>	<i>Ave</i> fatu	0,02				0,01
<i>Cirsium arvense</i>	<i>Cir</i> arve	1,29	1,54	1,13	0,40	2,24
<i>Consolida orientalis</i>	<i>Con</i> orie	0,02	0,02	1,06	0,01	0,72
<i>Convolvulus arvensis</i>	<i>Con</i> arve	4,08	2,23	3,13	2,92	3,38
<i>Datura stramonium</i>	<i>Dat</i> stra	0,02		0,06	0,06	
<i>Echinochloa crus-galli</i>	<i>Ech</i> crus	0,71	0,46	1,25	0,53	1,08
<i>Fallopia convolvulus</i>	<i>Fal</i> conv	1,02	1,21	2,52	2,68	0,49
<i>Helianthus annuus</i>	<i>Hel</i> annu	0,19	0,81	0,06	0,71	
<i>Chenopodium album</i>	<i>Che</i> albu	0,02	0,06	0,15	0,15	
<i>Chenopodium hybridum</i>	<i>Che</i> hybr			0,04	0,03	
<i>Lamium purpureum</i>	<i>Lam</i> purp		0,02	0,02	0,01	0,01
<i>Lathyrus tuberosus</i>	<i>Lat</i> tube	0,08				0,06
<i>Panicum miliaceum</i>	<i>Pan</i> mili	0,25		0,04		0,19
<i>Polygonum aviculare</i>	<i>Pol</i> avic	5,00	3,08	0,21	4,47	1,06

<i>Symphytum officinale</i>	<i>Sym offi</i>		0,04			0,03
<i>Veronica persica</i>	<i>Ver pers</i>			0,04	0,03	
<i>Veronica polita</i>	<i>Ver poli</i>	0,04	0,02	0,08	0,10	
Počet druhů		2,73	2,73	2,63	2,67	2,72
Počet jedinců		12,90	9,79	9,92	12,18	9,56

Obr. 1 Ordinační diagram vyjadřující vztah variant zpracování půdy a druhů plevelů v kukuřici (Trace = 0,521; F- ratio = 9,312; P- value = 0,002)



Vysvětlivky: CT: tradiční zpracování půdy, MT: kypření, ST: pásové zpracování půdy.

Nejprve byla použita analýza DCA ke statistickému zpracování výsledků zaplevelení kukuřice. Ta vypočetla délku gradientu (*Lengths of Gradient*), která činila 3,565. Na základě tohoto výpočtu byla k dalšímu zpracování zvolena kanonická korespondenční analýza CCA. Analýza CCA vymezuje prostorové uspořádání jednotlivých druhů plevelů a variant zpracování půdy, a to na základě dat, která byla o frekvenci výskytu plevelných druhů zjištěna. Výsledky jsou následně graficky vyjádřeny pomocí ordinačního diagramu. Druhy plevelů a sledované varianty faktorů (zpracování půdy) jsou zobrazeny body odlišného tvaru a barvy.

Výsledky analýzy CCA, která hodnotila vliv technologií zpracování půdy na výskyt plevelů, jsou signifikantní na hladině významnosti $\alpha = 0,002$, pro všechny kanonické osy (Obr. 1). Na základě analýzy CCA je možné nalezené druhy plevelů rozdělit do 3 skupin.

Mezi první skupinu patří druhy plevelů, které bylo možné nalézt především na variantě konvenčního zpracování půdy (CT) a jsou to: *Anagallis arvensis*, *Avena fatua*, *Convolvulus arvensis*, *Lathyrus tuberosus*, *Panicum miliaceum*, *Polygonum aviculare*. Druhá skupina plevelů se vyskytovala především na variantě s kypřením (MT) a jsou to tyto druhy: *Amaranthus* spp., *Cirsium arvense*, *Helianthus annuus*, *Lamium purpureum*, *Symphytum officinale*. Třetí skupina plevelů se vyskytovala především na variantě s pásovým zpracováním půdy (ST) a jsou to tyto druhy: *Consolida orientalis*, *Datura stramonium*,

Echinochloa crus-galli, *Fallopia convolvulus*, *Chenopodium album*, *Chenopodium hybridum*, *Veronica persica*, *Veronica polita*.

Na variantě s tradičním zpracováním půdy se vyskytovaly především zástupci biologické skupiny časně jarních druhů (*Anagallis arvensis*, *Avena fatua*, *Polygonum aviculare*). Což jsou druhy klíčící při teplotách těsně nad 0 °C. Naopak na variantě s pásovým zpracováním půdy byly především zástupci pozdně jarních druhů (*Datura stramonium*, *Echinochloa crus-galli*, *Chenopodium album*, *Chenopodium hybridum*). Tyto druhy potřebují ke klíčení teploty vyšší jak 5 °C, jsou výrazně teplomilné. Můžeme tedy předpokládat, že zpracování mění rychlost prohřívání půdy, a na minimalizaci a pásovém zpracování půdy je prohřívání rychlejší.

Závěr

Nejvyšší zaplevelení bylo zjištěno na tradiční variantě zpracování. Technologie zpracování výrazně zasáhla i do druhového složení plevelů. Teplomilnější druhy plevelů se více vyskytovaly na variantě s kypřením a s pásovým zpracováním půdy. Tyto technologie zajišťují rychlejší prohřívání půdy, a to následně ovlivňuje plodinu i plevel.

Dedikace

Článek vznikl za finanční podpory projektu QJ1530373, s názvem: „Integrovaná ochrana obilnin proti patogenům, plevelům a škůdcům pro udržitelné produkce potravin, krmiv a surovin“.

Použitá literatura

- ARSHAD, M. A., 1999: Tillage practices for sustainable agriculture and environmental quality in different agroecosystems. *Soil and Tillage Res.*, 53: 1–3.
- AZOOZ, R. H., ARSHAD, M. A., 1997: Soil in filtration and hydraulic conductivity under long-term no-tillage and conventional tillage systems. *Canadian Journal of Soil Science*, 76: 143–152.
- BARBERI, P., COZZANI, A., MACCHIA, M., BONARI, E., 1998: Size and composition of the weed seedbank under different management systems for continuous maize cropping. *Weed Research Oxford*. 38, 5: 319–334.
- BILALIS, D., EFTHIMIADIS, P., SIDIRIAS, N., 2001: Effect of Three Tillage Systems on Weed Flora in a 3-Year Rotation with Four Crops. *J. Agronomy & Crop Science*, 186: 135–141, ISSN 0931-2250.
- KUBÁT, K., 2002: Klíč ke květeně České republiky. Academia, Praha, ISBN 80-200-0836-5.
- PROCHÁZKOVÁ, B., DRYŠLOVÁ, T., ILLEK, F. 2009: Vliv různého zpracování půdy na výnosy kukuřice a obsah organického uhlíku v půdě. *Úroda*. [CD-ROM]. *Úroda*. LVII, 12: 457–460.
- TER BRAAK, C. J., F.: CANOCO – A FORTRAN program for canonical community ordination by [partial] [detrended] [canonical] correspondence analysis (version 4.0.). Report LWA-88-02 Agricultural Mathematics Group. Wageningen, 1998.
- TIPPL, M., JANEČEK, M., KAČER, M., 2005: Vliv zpracování půdy na velikost povrchového odtoku a ztrátu vody erozí. Průběžná výzkumná zpráva projektu NAZV 1G57042, 63–82.

Kontaktní adresa:

Ing. Světlana Chovancová

Mendelova univerzita v Brně, Agronomická fakulta, Ústav biologie rostlin

Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika

svetlana.chovancova@mendelu.cz

MOLEKULÁRNÍ METODY DETEKCE VIROIDU VŘETENOVITOSTI HLÍZ BRAMBORU (*POTATO SPINDLE TUBER VIROID*, PSTVD)

Molecular detection methods for *Potato spindle tuber viroid* (PSTVd)

Kmoch M., Dědič P.

Výzkumný ústav bramborářský Havlíčkův Brod s.r.o.

Abstrakt

Pro detekci a diagnózu závažných patogenů zařazených do kategorie regulovaných (karanténních) organismů doporučuje EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organization) využívání vhodných diagnostických postupů. K nejcitlivějším jsou řazeny molekulární metody, zvláště PCR (Polymerase Chain Reaction). Cílem vlastní práce bylo ověření a aplikace inovovaných postupů qRT-PCR (SYBR Green, TaqMan) a Luminex-xTAG pro detekci izolátů PSTVd v bramboru (*Solanum tuberosum*) a některých okrasných rostlinách (*Solanum jasminoides*, *Brugmansia* sp.). Oběma technikami qRT-PCR byly testované izoláty PSTVd spolehlivě detekovány. V postupu Luminex-xTAG byly zkoušené izoláty PSTVd rovněž specificky a spolehlivě identifikovány. Metoda Luminex-xTAG představuje novou metodu vhodnou pro detekci patogenů na molekulární úrovni s citlivostí srovnatelnou s qRT-PCR.

Klíčová slova: Viroidy, EPPO, qRT-PCR, Luminex-xTAG

Abstract

EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organization) recommends the use of suitable diagnostic methods for the detection and diagnosis of serious pathogens included in the category of regulated (quarantine) organisms. Molecular methods, particularly PCR (Polymerase Chain Reaction) are classified as the most sensitive ones. The aim of the work was the verification and application of innovative techniques qRT-PCR (SYBR Green, TaqMan) and Luminex-xTag for detection of PSTVd isolates in potato (*Solanum tuberosum*) and some ornamental plants (*Solanum jasminoides*, *Brugmansia* sp.). PSTVd isolates were reliably detected by both methods of qRT-PCR. PSTVd isolates were also specifically and reliably detected by Luminex-xTAG technology. Method Luminex-xTAG presents a new method suitable for the detection of pathogens at the molecular level with a sensitivity comparable to qRT-PCR.

Key words: Viroids, EPPO, qRT-PCR, Luminex-xTAG

Úvod

Patogen viroid vřetenovitosti hlíz bramboru (*Potato spindle tuber viroid* – PSTVd) patřící do čeledi Pospiviroidae tvoří malá, vysoce strukturovaná, kovalentně uzavřená, cirkulární molekula RNA. Napadá celou řadu užitkových a okrasných rostlin převážně z čeledi lilkovitých (*Solanaceae*) a může způsobit závažné ekonomické ztráty (Boonham *at al.*, 2009, Hammond *at* Owens, 2006). Příznaky na infikovaných rostlinách se mohou výrazně lišit v závislosti na druhu rostliny, odrůdě, kmeni viroidu a environmentálních podmínkách (Owens *at* Verhoeven, 2009). V nedávné době byla prokázána infekce PSTVd v některých okrasných rostlinách např. *Brugmansia* spp., *Datura* sp., *Lycianthes rantonnetii*, *Physalis peruviana* (mochyně), *S. jasminoides*, *S. muricatum* (pepino) a *Streptosolen jamesonii* (Mertelík *et al.*, 2008, Owens *at* Verhoeven, 2009). PSTVd je dle směrnice EPPO řazen mezi regulované organismy A2 a pro detekci a diagnózu těchto závažných patogenů je doporučováno využívání exaktních diagnostických postupů (Jeffries *at* James, 2005). K nejcitlivějším detekčním metodám jsou řazeny molekulární postupy, zvláště PCR (Polymerase Chain Reaction).

Cílem vlastní práce bylo ověření a aplikace inovovaných postupů qRT-PCR (SYBR Green, TaqMan) a Luminex xTAG pro detekci PSTVd v bramboru (*Solanum tuberosum*) a některých okrasných rostlinách (*Solanum jasminoides*, *S. muricatum*, *Brugmansia* spp.).

Materiál a metody

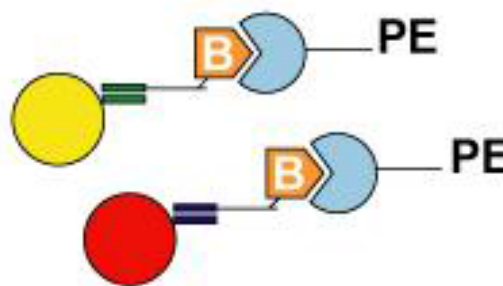
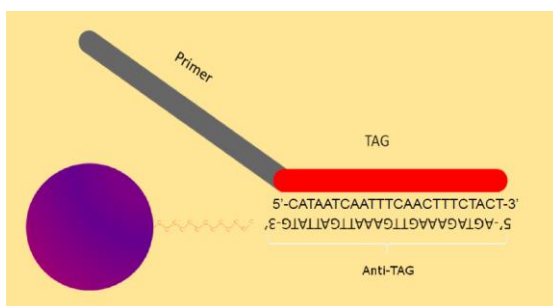
Do pokusu bylo zařazeno 14 vzorků rostlin (*Solanum tuberosum*, *S. jasminoides*, *S. muricatum* a *Brugmansia* spp.) udržované v kolekci izolátů *in vitro* a jako skleníkové rostliny. Listy (100 mg) byly homogenizovány v tekutém N₂. RNA potřebná pro jednotlivé analýzy byla izolována pomocí extrakční sady InviTrap® Spin Plant RNA Mini Kit (Invitrogen) dle doporučeného protokolu a po změření její kvality a kvantity upravena na stejnou koncentraci.

Pro vlastní diagnózu byly zkoušeny dvě molekulární metody:

a) qRT-PCR, která byla provedena pomocí reakční sady One Step SYBR® PrimeScript™ RT-PCR Kit II (TaCaRa) a One Step PrimeScript™ RT-PCR Kit (TaCaRa). Pro amplifikaci byly použity druhově specifické primery a sonda dle Matoušek *et al.*, 2007. Koncentrace jednotlivých komponentů reakčních směsí a reakční podmínky byly optimalizovány podle použitých reakčních kitů a termocykleru (Mx3005, Stratagene).

b) Luminex xTAG technologie s využitím TSPE (Target specific primer extension) a detekcí pomocí paramagnetických mikročastic. Vlastní postup s použitím kitu PospisUni-xTag (Prime Diagnostics) zahrnoval následující kroky:

- 1) Extrakce RNA ze vzorku
- 2) Reverzní transkripce a multiplex amplifikace konzervativních úseků genomu pomocí PCR a cílových (outer) primerů
- 3) Purifikace získaného produktu (Sephadex – ilustra MicroSpin G-50 Columns, GE Healthcare) a následná lineární TSPE reakce s inkorporací biotin-dCTP (biotinylované dNTP začleněny do nově polymerizovaného řetězce DNA, kde každý TSPE primer nese unikátní MagPlex-Tag®, která je reverzně komplementární k MagPlex-TAG "anti-tag,, s mikročasticí)



- 4) Vazba biotinylovaného dNTP se streptavidinem označeným fluorescenčním reportérovým barvivem (phycoerythrin – PE)
- 5) Detekce v systému Luminex (Athena Luminex 200 Analyser) – měření specifické fluorescence (MFI) příslušné mikročastice se svým vnitřním barvivem a současně úrovně fluorescence reporterového barviva se streptavidinem. Součástí reakcí byla interní kontrola (*Nad5*).

Výsledky a diskuze

V Tab. 1 jsou zaznamenány hodnoty Ct (qRT-PCR – SYBR Green a TaqMan) a fluorescence (MFI) u technologie Luminex xTAG. Z výsledků je patrné, že mezi oběma variantami qRT-PCR nebyly zjištěny významné rozdíly. Všechny testované izoláty PSTVd byly rovněž specificky a spolehlivě detekovány metodou Luminex xTAG. Kvalitní extrakci RNA prokázala reakce interního standardu *Nad5*.

Tab. 1 Porovnání diagnostických metod PSTVd

<i>Název izolátu</i>	<i>qRT-PCR (Ct)</i>		<i>Luminex xTAG (MFI)</i>	
	<i>SYBR Green</i>	<i>TaqMan</i>	<i>PSTVd</i>	<i>Nad5</i>
<i>Solanum tuberosum</i> cv. Russet Burbank	9,8	13,0	23938	24474
<i>S. jasminoides</i> 6239/51 na <i>S.t.cv.Vendula</i>	10,0	13,4	24515	25489
<i>S. jasminoides</i> 4791 na <i>S.t. cv. Vendula</i>	9,5	11,8	24183	24802
<i>S. muricatum</i> 5039/2 na <i>S.t. cv. Vendula</i>	10,5	13,1	24196	24555
<i>S. jasminoides</i> 4997/12-1	14,5	16,4	25514	25397
<i>S. jasminoides</i> 4998/4	15,7	18,1	24964	25147
<i>S. jasminoides</i> 5013/4	14,0	15,8	24495	24549
<i>S. jasminoides</i> 6239/25-26	13,7	15,5	26693	25260
<i>Brugmansia</i> 6150/9	14,1	15,9	20211	19336
<i>S. muricatum</i> 5039/2 PS	10,5	11,9	17697	16475
<i>S. jasminoides</i> 6239/11	13,7	15,7	22637	20981
<i>S. jasminoides</i> 6239/51	14,0	15,9	23910	23479
<i>S. muricatum</i> 5039/1	13,1	16,9	25481	24563
<i>S. jasminoides</i> 6239/40	14,3	15,3	25079	25118
pozitivní kontrola	11,2	13,0	25620	25880
negativní kontrola	-	32,2	1412	26268
pufr - blank	-	39,3	41	28

Viroidy nemohou být detekovány imunologickými metodami, protože nemají kódující proteiny. Navíc viroid vřetenovitosti hlíz bramboru byl jako první druh rodu *Pospiviroid* zjištěn v přirozeně infikovaných bezpříznakových okrasných rostlinách (latentní infekce), které mohou sloužit jako zdroj inokula pro užitkové plodiny (např. rajče, brambor). Proto má vývoj a výběr exaktních a spolehlivých diagnostických metod vysokou prioritu (Luigi *et al.*, 2014). Pro detekci a identifikaci pospiviroidů byly v návaznosti na elektroforetické metody v PAA gelech (např. Jeffries a James, 2005), vyvinuty velmi citlivé testy založené na Northern blot hybridizaci (Owens *et al.*, 1981), RT-PCR (Boonham *et al.*, 2004, Verhoeven *et al.*, 2004), a real-time RT-PCR (Boonham *et al.*, 2004, Monger *et al.*, 2010). K těmto metodám lze přiřadit též technologii Luminex xTAG, kde můžeme plně využít též multiplexovou detekci celé škály viroidů rodu *Pospiviroid*.

Závěr

Testované izoláty PSTVd byly všemi metodami spolehlivě detekovány. Mezi oběma variantami qRT-PCR nebyly prokázány významné rozdíly za předpokladu odpovídající melting analýzy u varianty s využitím nespecifického barviva SYBR Green. V postupu Luminex xTAG, tvořící kombinaci amplifikace a TSPE vybraného úseku genomu s navazující hybridizací s paramagnetickými částicemi, byly všechny testované izoláty PSTVd rovněž specificky a spolehlivě detekovány. Reakce interního standardu *Nad5* prokázala kvalitní extrakci RNA. Metoda Luminex xTAG tak představuje novou alternativní metodu vhodnou pro detekci a diferenciaci patogenů na molekulární úrovni s citlivostí srovnatelnou s qRT-PCR.

Dedikace

Príspevek byl zpracován s podporou projektu Mze „Dlouhodobý koncepční rozvoj VÚB – Trvale udržitelné systémy produkce kvalitních brambor“.

Použitá literatura

- Boonham, N., Pérez, L., G., Mendez, M., S., Peralta, E. L., Blockley, A., Walsh, K., Barker, I., Mumford, R., A., 2004. Development of a real-time RT-PCR assay for the detection of Potato spindle tuber viroid. *Journal of Virological Methods* 116: 139–146.
- Bostan, H., Nie, X., Singh, R., P., 2004. An RT-PCR primer pair for the detection of pospiviroid and its application in surveying ornamental plants for viroids. *J Virol Methods* 116: 189–193. doi: 10.1016/j.jviromet.2003.11.014
- Jeffries, C., James, C., 2005. Development of EU protocol for the detection and diagnosis of *Potato spindle tuber pospiviroid*. *Bulletin OEPP/EPPO*, 35. s., 125-132.
- Hammond, R., W., Owens, R. A., 2006. Viroids: New and Continuing Risks for Horticultural and Agricultural Crops. *Online. APSnet Features*. doi: 10.1094/APSnetFeature-2006-1106.
- Luigi, M.; Costantini, E.; Luison, D.; Mangiaracina, P.; Tomassoli, L.; Faggioli, F., 2014. A diagnostic method for the simultaneous detection and identification of pospiviroids. *Journal of Plant Pathology* 96: 1, 151-158.
- Matoušek, J., Orctová, L., Ptáček, J., Patzak, J., Dědič, P., Steger, G., Riesner, D., 2007. Experimental transmission of *Pospiviroid* populations to weed species characteristic for potato and hop fields. *Journal of Virology* 81: 11891-11899.
- Mertelík, J., Kloudová, K., Dědič, P., Ptáček, J., 2010. Výsledky průzkumu Viru vřetenovitosti hlíz bramboru (PSTVd) v okrasných rostlinách v České republice v letech 2007 až 2009. *Acta Pruhoniciana* 2010: 94, s. 5–8.
- Monger, W., Tomlinson, J., Boonham, N., Marn, M., V., Plesko, I., M., et al., 2010. Development and inter-laboratory evaluation of real-time PCR assays for the detection of pospiviroids. *J Virol Methods* 169: 207–210. doi: 10.1016/j.jviromet.2010.07.002.
- Owens, R., A., Verhoeven, J., Th., J., 2009. Potato spindle tuber. *The Plant Health Instructor*. DOI: 10.1094/PHI-I-2009-0804-01.
- Owens, R., A., Diener, T., O., 1981. Sensitive and rapid diagnosis of potato spindle tuber viroid disease by nucleic acid hybridization. *Science* 213: 670-672.
- Verhoeven, J., T., J., Jansen, C., C., C., Willemsen, T., M., Kox, L., F., F., Owens, R., A. et al., 2004. Natural infections of tomato by Citrus exocortis viroid, Columnea latent viroid, Potato spindle tuber viroid and Tomato chlorotic dwarf viroid. *Eur J Plant Pathol* 110: 823–831. doi: 10.1007/s10658-004-2493-5

Kontaktní adresa:

Ing. Martin Kmoč, Ph.D.

Laboratoř virologie, Výzkumný ústav bramborářský Havlíčkův Brod, s.r.o.

Dobrovského 2366, 580 01 Havlíčkův Brod, e-mail: kmoch@vubhb.cz

FYTOPATOLOGICKÉ ASPEKTY VLHKOSTI VZDUCHU V POROSTU POLNÍCH PLODIN

Phytopathological aspect of air humidity in field crops stands

Krčmářová J., Pokorný R., Středa T.

Mendelova univerzita v Brně

Abstrakt

V jarní vegetační sezóně v letech 2014 a 2015 bylo prováděno měření délky ovlhčení listů v porostech ozimé řepky a ozimé pšenice, která se u těchto plodin lišila. Dále bylo ve fázi kvetení stanoveno napadení okvětních plátků řepky patogenem *Sclerotinia sclerotiorum* (tzv. petal test) a následně před sklizní celkové napadení stonků. I když bylo napadení okvětních plátků téměř stejné v obou letech, celkové napadení se značně lišilo. Bylo to zřejmě způsobeno rozdílnou délkou kvetení a ovlhčení listů v tomto období. Proto je pro správnou predikci napadení nutné využívat kombinace dat z petal testů a z mikroklimatu porostu.

Klíčová slova: pšenice, řepka, ovlhčení, prognóza

Abstract

The measurement of leaf wetness was carried out in winter rape and winter wheat stands during spring vegetation period of 2014 and 2015 years. The length of leaf wetness period was different in particular crops. The infection of winter rape petals and the infection of rape stems in the end of vegetation period by *Sclerotinia sclerotiorum* were determined, too. The infection of petals was almost the same in the both years; on the other hand the infection of rape stems was different. It could be caused by different length of period of winter rape flowering and the length of wetness period. The combination of data from petal test and microclimate of rape stands should be used for appropriate pathogen prediction.

Key words: wheat, rape, leaf wetness, prediction

Úvod

Průběh napadení rostlin různými patogeny je ovlivněn celou řadou podmínek prostředí, k velmi důležitým je zařazován faktor ovlhčení (Litschnman et al., 2014). Délka ovlhčení listů rozhoduje například o intenzitě napadení pšenice patogenem *Septoria tritici* (teleomorfa *Mycosphaerella graminicola*) a bývá proto také často používána v modelech výskytu tohoto patogena (Chungu et al., 2001; Henze et al., 2007). Velký význam má i také na vývoj polyfágního patogena *Sclerotinia sclerotiorum*, který také napadá řepku. Plocha osevů této plodiny každoročně stoupá a s ní se zvyšuje i infekční tlak patogena napadající tuto plodinu. *S. sclerotiorum* může přežívat na jednom pozemku až pět let, jelikož v současnosti se často nedodržují osevní postupy, proto se více do popředí dostává nutnost chemického ošetření porostu v kritické fázi kvetení řepky. *S. sclerotiorum* může infikovat svého hostitele ze sklerocií dvěma způsoby. Prvním je infekce pohlavními askosporami. Na povrchu nebo ve svrchních vrstvách půdy ležící sklerocia začnou klíčit, poté z nich vyrostou světlehnědá apothecia. Při dostatečné vlhkosti půdy i vzduchu jsou z nich vymršťovány askospory, které se rozšiřují na listy a stonky řepky. Následující klíčení a tvorba spor spadají do vývojového stádia kvetení řepky, kdy spory infikují převážně opadlé okvětní plátky v paždí listů. Proto se také k predikci napadení a signalizace ošetření využívá tzv. petal test, při kterém se v laboratorních podmínkách testuje napadení okvětních plátků. Ve všech fázích vývoje askospor a při vlastní infekci vyžaduje patogen specifické podmínky prostředí, především vlhkosti vzduchu a teploty (Clarkson et al., 2004, 2006, Mila et al., 2008; Foster et al., 2011; Qandah et al., del Rio Mendoza, 2011). Přímá infekce myceliem rozrůstajícím se ze sklerocií je také možná. Mycelium se tvoří v horních vrstvách půdy a může infikovat kořeny a části stonku (Alpman a kol., 2009).

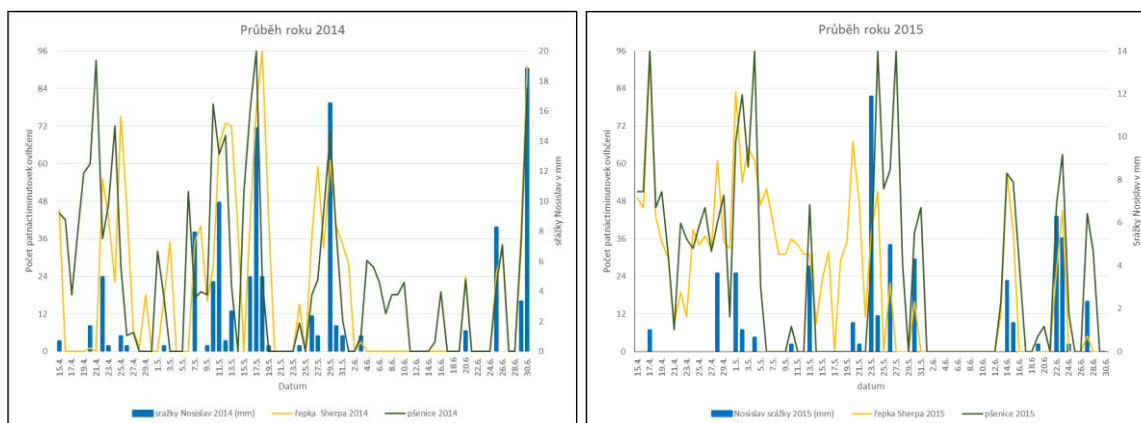
Materiál a metody

Na lokalitě v Žabčicích (Jihomoravský kraj, Česká republika, GPS - Loc: 49°1'18.658"N, 16°36'56.003"E) byly v roce 2014 a 2015 vedeny porosty řepky a pšenice. V těchto porostech bylo zjišťováno ovlhčení senzory LW1 (AMET Velké Bílovice). Data byla získávána v patnáctiminutových intervalech a každý den byla vyhodnocena délka ovlhčení vyjádřená jako počet intervalů. Každý rok byl také proveden odběr okvětních lístků řepky na test výskytu houby *Sclerotinia sclerotiorum* (tzv. petal test), který je určen k predikci výskytu tohoto patogena na ozimé řepce (Bečka et al., 2014; Turkington et Morrall, 1993; Morrall et Thomson, 1991.). Koncem vegetační sezóny bylo následně vyhodnoceno napadení stonků řepky sledovaným patogenem.

Výsledky a diskuze

Průběh vlhkosti vzduchu v porostech řepky a pšenice

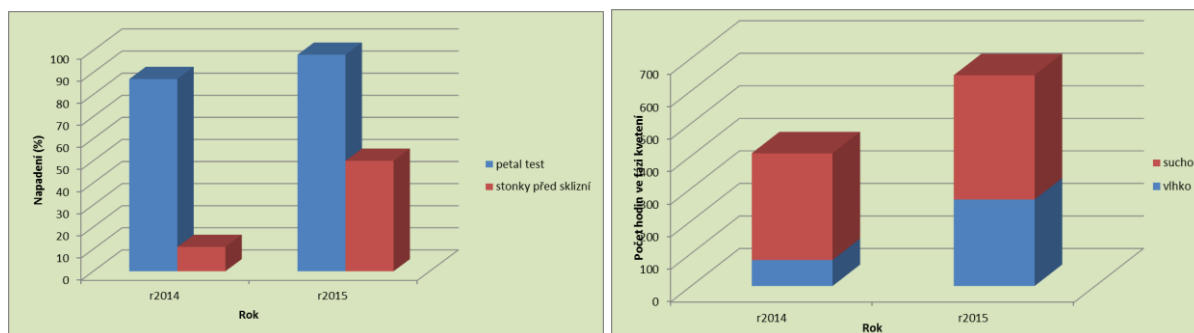
Z grafu 1 je zřejmé, že délka ovlhčení se v porostech sledovaných plodin lišila. Zatímco v dubnu nástup ovlhčení nebyl závislý na srážkách v obou letech, od druhé dekády května se vyskytovalo zejména po srážkových periodách.



Graf. 1 Průběh vlhkosti vzduchu v přízemí porostů řepky a pšenice v letech 2014 a 2015

Vztah mezi vlhkostí vzduchu v porostu a napadením řepky patogenem *Sclerotinia sclerotiorum*

V roce 2014 bylo ve fázi kvetení zjištěno napadení u 65 až 87% okvětních plátků, v roce 2015 65 až 98%. Napadení stonků před sklizní bylo v roce 11%, v roce 2015 50% (Graf 2). Z uvedeného je zřejmé, že predikce pouze podle tzv. petal testu je nepřesná. Rozdíly mohly být způsobeny jednak délkou fáze kvetení, která v roce 2014 činila 17 dní a v roce 2015 27 dní, ale především délkou ovlhčení listů a stonků řepky. V roce 2014 bylo zjištěno ovlhčení během této fáze 80 hodin, naopak v roce 2015 266 hodin. Proto je také ovlhčení součástí metod prognózy výskytu *S. sclerotiorum* u různých plodin (Clarkson et al., 2004, 2006, Qandah et del Rio Mendoza, 2011).



Graf 2: Napadení okvětních plátků (petal test) a stonků řepky před sklizní patogenem *Sclerotinia sclerotiorum* (vlevo) a délka ovlhčení a suchého povrchu ve fázi kvetení řepky v letech 2014 a 2015 (vpravo)

Závěr

O napadení plodin různými patogeny rozhodují nejenom podmínky prostředí, které často bývají v metodách prognózy jejich výskytu vyjádřeny jako funkce průběhu meteorologických prvků, ale také délka růstové fáze plodiny, ve které je plodina infikovaná. V našich experimentech jsme prokázali, že pro správnou predikci napadení řepky patogenem *Sclerotinia sclerotiorum* je nutné využívat kombinaci dat z petal testů a dat z mikroklimatu porostu.

Dedikace

Tato publikace vznikla na Mendelově univerzitě v Brně v rámci projektu IGA AF MENDELU č. TP 7/2015 podpořeného z prostředků účelové podpory na specifický vysokoškolský výzkum, kterou poskytlo MŠMT v roce 2015 a projektu financovaném MZe ČR No. QJ1310227

Použitá literatura

- Alpman a kol., 2009: Řepka plodina s budoucností, Klimatické podmínky, BASF, Praha, str.127-130.
- Bečka D., Bokor P., Prokinová E., Bečková L., Šimka J., 2014: Využití petal testu u raně kvetoucích odrůd řepky ozimé (*Brassica napus* L.) pro diagnostiku šíření askospor *Sclerotinia sclerotiorum*, Rostlinolékař, 6, 13-17.
- Clarkson J. P., Phelps K., Whipps J. M., Young C. S., Smith J. A., Watling, M, 2004: Forecasting *Sclerotinia* disease on lettuce: toward developing a prediction model for carpogenic germination of sclerotia. *Phytopathology* 94: 268-279.
- Clarkson J. P., Phelps K., Whipps J. M., Young C. S., Smith J. A., Watling M, 2007: Forecasting *Sclerotinia* disease on lettuce: a predictive model for carpogenic germination of *Sclerotinia sclerotiorum* sclerotia. *Phytopathology* 97: 621-631.
- Foster A. J., Kora C., McDonald M. R., Boland G. J., 2011: Development and validation of a disease forecast model for *Sclerotinia* rot of carrot. *Canadian Journal of Plant Pathology* 33: 187-201.
- Henze M., Beyer M., Klink H., Verreet J., 2007, Characterizing meteorological scenarios favorable for *Septoria tritici* infections in wheat and estimation of latent periods. *Plant Disease*, 91, 11, 1445-1449.
- Chungu C., Gilbert J., Townley Smith F., 2001, *Septoria tritici* blotch development affected by temperature, duration of leaf wetness, inoculum concentration, and host. *Plant Disease*, 85, 4, 430-435.
- Litschmann T., Doležal P., Hausvater E., 2014: Sledování meteorologických faktorů v rostlinné výrobě, Amet a Výzkumný ústav bramborářský Havlíčkův Brod, str. 18-19.

- Morrall R.A.A., Thomson J.R., 1991: Petal test manual for Sclerotinia in canola, University of Saskatchewan, Saskatoon, 1-25.
- Mila A. L., Yang, X. B., 2008: Effects of fluctuating soil temperature and water potential on sclerotia germination and apothecial production of Sclerotinia sclerotiorum. Plant Disease 92: 78-82.
- Qandah I. S., Mendoza, L. E. del R., 2011: Temporal dispersal patterns of Sclerotinia sclerotiorum ascospores during canola flowering. Canadian Journal of Plant Pathology 33: 159-167.
- Turkington T.K., Morrall R.A.A., 1993: Use of petal infestation to forecast Sclerotinia stem rot of canola: The influence of inoculum variation over the flowering period and canopy density, Phytopathology 83, 682-689.

Kontaktní adresa:

Krčmářová Jana, Ing.
Mendelova univerzita v Brně
Zemědělská 1
Brno 613 00
jana.krcmarova@mendelu.cz

MYKOTOXINY V KUKUŘICI

Mycotoxins in Maize

Nedělník, J., Konečná, K.

Zemědělský výzkum, spol. s r.o. Troubsko

Abstrakt

Kukuřice stále patří k plodinám, které vyžadují v rámci ochrany méně vstupů, avšak rok 2014 vzhledem k počasí způsobil problémy. Klimatické podmínky pro fuzária byly velmi příznivé – dostatek deště, teploty pod 25 °C, dlouhý a relativně deštivý podzim. Podmínky prostředí jsou ale jen jedním faktorem. Mezi další patří samotná pěstitelská technologie a střídání plodin, nevyrovnaná výživa, nedostatečné zpracování půdy, hromadění posklizňových zbytků, samotná předplodina atd. Důležitým faktorem výskytu fuzarióz je také hmyz, díky kterému se velmi často šíří rody hub *Fusarium*. V loňském roce byl ale průběh infekce vysoký, a to i bez poškození zavíječem, stačilo již zmíněné deštivé počasí. Kvůli tomu byly hlavním tématem nejen v České republice, ale i v okolních zemích mykotoxiny a jejich historicky prakticky největší výskyt ve sklizené produkci.

Klíčová slova: mykotoxiny, kukuřice, zrno

Abstrakt

Corn still belongs to crops that require less protection in the context of inputs, but the year 2014 due to the weather caused problems. Climatic conditions for *Fusarium* were very favorable - enough rain, temperatures below 25 °C, a relatively long and rainy autumn. Environmental conditions, however, are only one factor. Others include the actual cultivation technology and crop rotation, unbalanced nutrition, lack of tillage, the accumulation of crop residues, alone forecrop etc. An important factor in the incidence of *Fusarium* is also an insect that makes it very often spread genera of fungi *Fusarium*. Last year, however, was the course of infection is high, even without European corn borer damage, sufficed aforementioned rainy weather. Because of this, the main theme not only in the Czech Republic but also in neighboring countries mycotoxins and their historically virtually highest incidence in harvested production.

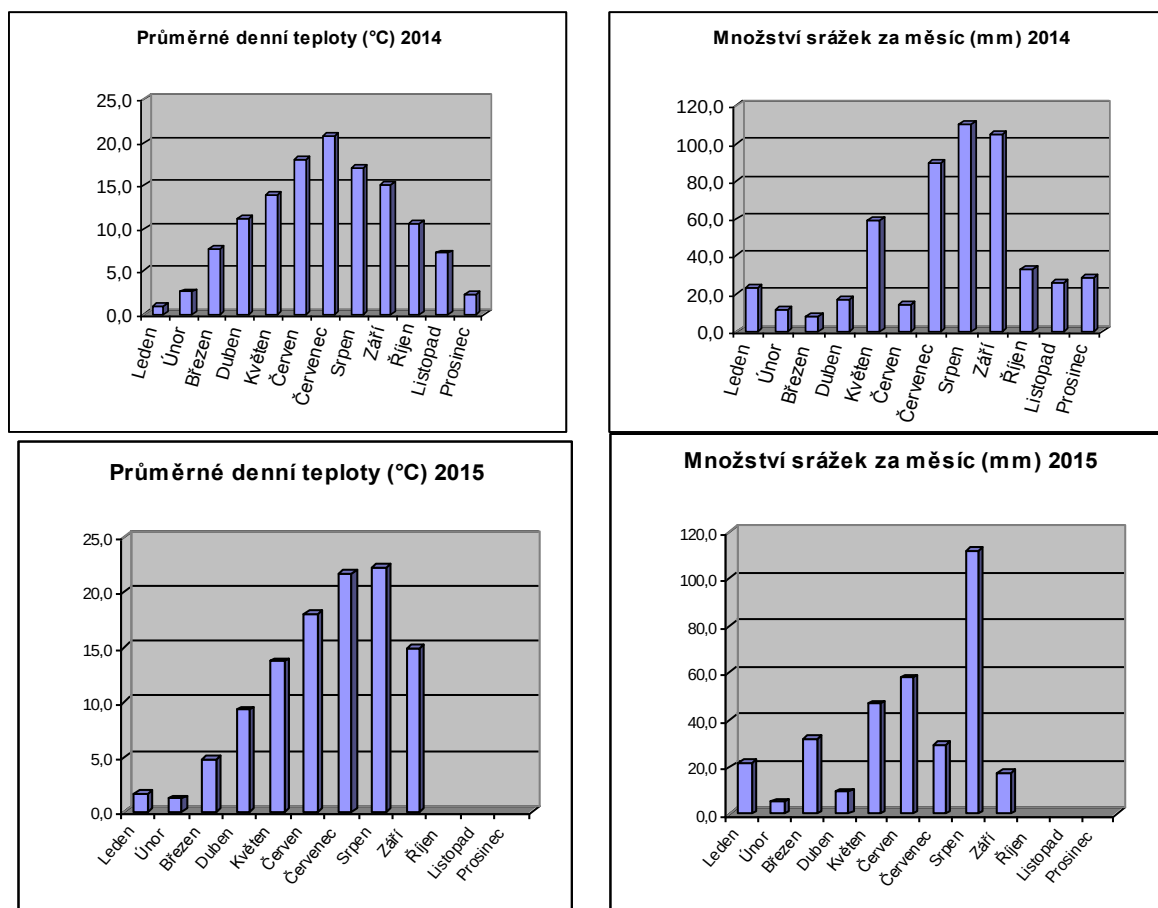
Key words: mycotoxins, maize, braun

Úvod

Kukuřice je z fytopatologického hlediska poměrně jednoduchá plodina. V půdně-klimatických podmínkách ČR se v průběhu vegetace vyskytují makrosymptomy vyvolané pouze několika patogenními organismy. Běžný je každoroční výskyt snětivých rostlin, často se objevují příznaky rzi a potom především klasy napadené houbami rodu *Fusarium*. V souvislosti s chorobami vždy hovoříme také o jejich hospodářském významu. Z výše uvedených lze jako hospodářsky nejvýznamnější klasifikovat napadení houbami rodu *Fusarium*. Významnost spočívá nejen ve vlastním poškození rostlinných pletiv, ale především ve snížení kvality díky produkci mykotoxinů. Relativně nižší význam houbových patogenů pro kukuřici je také příčinou pouze omezeného počtu registrovaných fungicidů pro foliární aplikace. Rostlinolékařská opatření se zaměřují více na živočišné škůdce. Když pomineme rostoucí význam bázlivce kukuřičného, tak hlavní rostlinolékařské zásahy jsou vedeny proti zavíječi kukuřičnému. Kromě primárního poškození ve formě polámaných stébel je důležitý také sekundární efekt. Larvy tohoto škůdce svým požerem vytváří tzv. brány infekce, kterými vnikají houbové organismy do pletiva; začíná proces fytopatologický. Proto je velká pozornost věnována právě signalizaci výskytu zavíječe a možnostem jeho eliminace. Při diskuzi o vzniku a průběhu choroby vždy uvádíme tři základní faktory, jejichž kombinace má na výsledný patologický projev vliv. Kromě hostitele a patogena jsou to podmínky prostředí. V roce 2014 v období června až srpna byla ve většině pěstitelských regionů kukuřice nejen v ČR, ale i v dalších evropských zemích období s nadlimitními srážkami při

relativně vysokých teplotách. Srovnání průběhu počasí v letech 2014 – 2015 uvádí graf 1. Zvýšená vzdušná vlhkost měla za následek masivní průběh infekce houbami rodu *Fusarium* a abnormálně vysoký záchyt mykotoxinů v zrna. Zároveň je nutné podotknout, že poškození zraje bylo v roce 2014 velmi nízké. Epidemiologií fuzárií se zabývali Aguin et al., 2014. Došli na to, jak ekologické proměnné ovlivňují přítomnost napadení kukuřice. Vyšší teploty během pozdějších fází vývoje jádra zvýšily frekvenci *F. verticillioides*, zatímco přítomnost *F. subglutinans* byla zvýšena za vyšší relativní vlhkosti vzduchu.

Graf 1: průběh počasí na lokalitě Troubsko 2014, 2015



Materiál a metody

Vzorky zrna kukuřice byly odebírány jednak přímo z porostů, jednak bylo zrno získáno přímo od zemědělců. V těchto vzorcích byla imunoenzymatickou cestou detekována přítomnost základních toxických metabolitů: deoxynivalenol, T-2 toxin, zearalenon, aflatoxin a fumonisiny.

Výsledky a diskuze

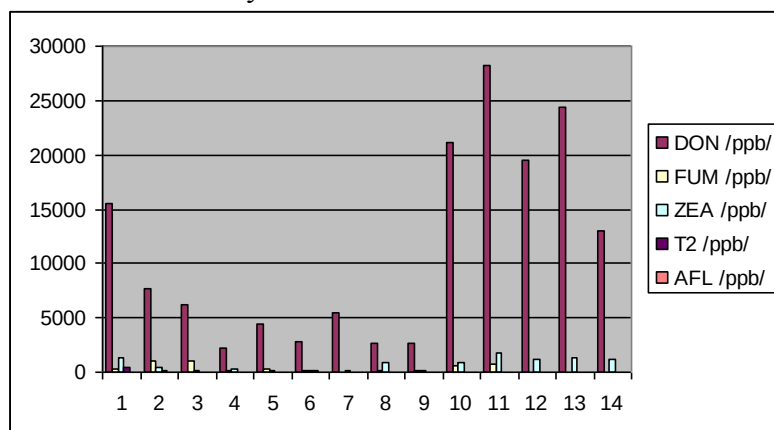
Mykotoxikologická laboratoř ZVT Troubsko obdržela po sklizni 2014 řádově desítky vzorků kukuřice. Průměrné hodnoty deoxynivalenolu (DON) se pohybovaly kolem 10 700 µg/kg, maxima bylo dokonce 28 750 µg/kg (tab. 1). Záchyty tohoto toxinu se zvyšovaly tím víc, čím později se zrno kukuřice sklízelo. U sklizně zelené hmoty se obsah DON pohyboval v průměru 1,4 ppm. V mléčné zralosti zrna to bylo kolem 2 ppm a v plné zralosti 10 ppm. Vyšší záchyty se objevovaly s dalšími přijatými vzorky. Rakouská agentura pro zdraví a bezpečnou výživu (AGES) má podobné výsledky, kdy se hodnoty DON pohybovaly kolem

3 000 µg/kg. Organizace Swiss granum (CH) evidovala průměrné hodnoty DON na 1690 µg/kg, maxima potom na 9900 µg/kg.

Tabulka č. 1: Obsah mykotoxinů v zrna kukuřice ze sklizně 2014

č. vzorku	DON /ppb/	FUM /ppb/	ZEA /ppb/	T2 /ppb/	AFL /ppb/
1	15580	349,4	1285,34	391,57	0
2	7630	1042,99	460,94	184,22	0,14
3	6160	1042,99	141,6	56,01	0,18
4	2170	180,87	226,82	52,38	0,37
5	4480	293,83	113,59	8,75	0,25
6	2740	159,66	147,03	157,86	0,71
7	5430	31,07	82,95	11,59	0,04
8	2650	206,55	931,62	4,8	0,01
9	2600	81,99	150,43	35,74	0
10	21090	525,72	868,37	17,09	0,12
11	28250	768,53	1735,43	67,26	0,14
12	19440	3,4	1147,99	14,51	0,07
13	24360	52,87	1311,48	4,39	0,15
14	12980	0	1236,06	16,67	0

Graf č. 2: Obsah mykotoxinů v zrna kukuřice ze sklizně 2014 v grafickém znázornění



Problémem je samotná eliminace mykotoxinů po jejich zjištění v komoditě, která je prakticky nemožná. Mykotoxiny odolávají chemické, fyzikální i termické deaktivaci (viz tab. 2). Účinky různých tepelných úprav na mykotoxiny se zabývali také Milani a Maleki (2014), kteří došli k závěru, že koncentrace mykotoxinů lze snižovat, ale ne úplně eliminovat.

Tabulka č. 2: Změny v obsahu DON (ppm) po tepelném ošetření zrna kukuřice

vzorek č.	60 °C			80 °C			100 °C			K
	10 min	20 min	30 min	10 min	20 min	30 min	10 min	20 min	30 min	
1	20,44	16,15	18,05	20,99	21,58	16,5	20,44	20,99	19,41	20,44
2	20,44	28,79	23,55	29,9	20,99	31,09	29,9	33,79	26,81	24,29
3	20,99	20,99	22,2	25,91	22,2	22,86	20,99	20,44	23,55	22,2
4	5,73	6,46	6,29	6,96	8,3	8,03	8,12	8,03	8,8	7,94

Ty části komodit, které mají stanovené nadlimitní obsah těchto látek, by měly být z dalšího zpracování vyloučeny. To se týká hlavně komodit určených přímo pro potravinářský a krmivářský průmysl. O zákazu vstupu nadlimitních zrn kukuřice do potravinového a krmivového řetězce pojednávali i Giorni et al., 2015.

Jak je tedy možné se fuzariózám bránit? Pomoci může volba vhodných odrůd. S plně rezistentními hybridy vůči houbovým chorobám se však v podmínkách Evropy nesetkáváme.

Mnozí spoléhají na klasické šlechtění. Není ale jednoduché skloubit v nové odrůdě vysokou kvalitu s rezistencí k houbě. Pomoci může molekulární genetika. Vědci už přečetli kompletní dědičnou informaci celé řady cizopasných hub rodu *Fusarium* a odhalili tak mechanismy, jakými houba zdolává přirozenou obranu rostlin. S arzenálem těchto vědomostí lze i tradiční metody šlechtění plodin zaměřit na přesně vybrané znaky a celý proces zrychlit a zefektivnit. Hlavní možnosti ochrany kukuřice před napadením houbami rodu *Fusarium* ale zůstávají optimální technologické kroky při pěstování včetně aplikace fungicidů.

Vzhledem k přetrvávající neuspokojivé situaci ohledně kontaminace potravinářské kukuřice mykotoxiny, zejména fuzariovými toxiny (DON, zearalenon, fumonisiny), asociace Euromaiziers dopisem ze dne 7. listopadu 2014 oznámila EK problém s dodržováním některých maximálních limitů. V dopise uvedla, že situace v roce 2014 je ještě horší, než byla v roce 2013, kdy se o problematice začalo intenzivně diskutovat. Situace kolem potravinářské kukuřice byla diskutována již delší dobu, byla projednávána i na jednání SCoPAFF. Postoje k řešení byly značně různorodé a obecně bylo těžké z nich učinit závěr. EK nakonec uzavřela problematiku s tím, že derogace nebude udělena pro nedostatečnou podporu.

Závěr

Pro eliminaci již vytvořených mykotoxinů v kukuřici neexistuje zatím spolehlivý postup, nejefektivnější a relativně nejlevnější je optimalizace agrotechniky, pomocí které můžeme předcházet stresu rostlin a zmenšit tak tlak patogenu na rostliny. S rostoucí osevní plochou jsou rostliny kukuřice totiž vyššímu tlaku stresujících faktorů vystavovány. Mezi ty nejdůležitější v posledních letech řadíme teplotní stres (teplo nebo naopak chlad), stres způsobený suchem (nedostatek vláhy a živin), mechanický stres (krupobití), radiační stres (sluneční záření), ale také stres způsobený napadením škůdci a chorobami. Rostlinný stres v souvislosti s akumulací mykotoxinů v kukuřici popisuje i Ferrigo et al., 2014, který tvrdí, že rostliny, které trpí stresem, se vyznačují nižším výnosem a kvalitou plodin, zvýšenou mykotickou infekcí a v některých případech vyšším množstvím mykotoxinů.

Mezi agrotechnická opatření patří obecně řazení plodin, které nejsou hostiteli houby rodu *Fusarium*, do osevního sledu mezi kukuřicí, zpracování půdy a zapravení posklizňových zbytků, vyrovnaná výživa, fungicidní ošetření osiv i foliární aplikace fungicidu, která se možná stane permanentní součástí technologie, boj proti plevelům (rezervoární organismy), šlechtění odrůd odolných proti houbovým chorobám a škůdcům (GM-odrůdy), správně zvolený hybrid, časný termín sklizně, kvalitní ošetření a uskladnění krmiv po slizni a další.

Dedikace:

Výsledky vznikly s podporou prostředků na rozvoj organizace.

Použitá literatura:

- Aguin, O; Cao, A; Pintos, C; Santiago, R; Mansilla, P; Butron, A, Occurrence of *Fusarium* species in maize kernels grown in northwestern Spain, 946-951, AUG 2014, Plant Pathology
Ferrigo, D; Raiola, A; Causin, R, Plant stress and mycotoxin accumulation in maize, 116-127, 2014, Agrochimica
Giorni, P; Dall'Asta, C; Gregori, R; Cirlini, M; Galaverna, G; Battilani, P, Starch and thermal treatment, important factors in changing detectable fumonisins in maize post-harvest, 78-85, JAN 2015, Journal Of Cereal Science
Milani, J; Maleki, G, Effects of processing on mycotoxin stability in cereals, 2372-2375, SEP 2014, Journal Of The Science Of Food And Agriculture

Kontaktní adresa: RNDr. Jan Nedělník, PhD., Zemědělský výzkum, spol. s r.o. Troubsko, Zahradní 1, 664 41 Troubsko, nedělník@vupt.cz

TESTOVÁNÍ CITLIVOSTI *SCLEROTINIA SCLEROTIORUM* VŮČI VYBRANÝM FUNGICIDŮM DO ŘEPKY

Testing the susceptibility of *Sclerotinia sclerotiorum* against selected fungicides in oilseed rape

Poslušná, J.¹, Plachká, E.²

¹ Agritec Plant Research s.r.o., Šumperk

² OSEVA PRO s.r.o., o.z. Výzkumný ústav olejnin Opava

Abstrakt

V letech 2013 až 2015 byla testována citlivost patogena *Sclerotinia sclerotiorum* k fungicidům Horizon 250 EW (tebuconazol), Efilor (boscalid, metconazol) a Pictor (boscalid, dimoxystrobin). Testy citlivosti probíhaly na dvou pracovištích v Šumperku a Opavě. Izoláty patogenů byly získány sběrem sklerocií z napadených pletiv ozimé řepky z provozních ploch a z fungicidně neošetřených pokusných parcel. Výchozí koncentrace byly stanoveny na základě dávky přípravku Horizon 250 EC na 1 ha a množství postřikové jichy. Pracovali jsme s koncentracemi přípravků 0,1; 0,01; 0,0125; 0,00625; 0,003125 a 0,0015625 %. Nebyly zaznamenány změny v citlivosti u testovaných kmenů patogena *S. sclerotiorum*, všechny kmeny byly citlivé k testovaným fungicidům. Nejvyšší inhibiční efekt byl zjištěn u přípravku Pictor.

Klíčová slova: citlivost, *Sclerotinia sclerotiorum*, fungicidy, ozimá řepka

Abstract

In years 2013–2015 the susceptibility of *Sclerotinia sclerotiorum* pathogen was tested against selected fungicides as Horizon 250 EW (a.i. tebuconazole), Efilor (a.i. boscalid, metconazole) and Pictor (a.i. boscalid, dimoxystrobin). Tests of susceptibility were carried out at two workplaces in Šumperk and Opava. The sclerotia of pathogen were collected from infected tissues of winter oilseed rape at commonly treated fields and from fungicidal untreated experimental plots with oilseed rape. The initial concentration was determined based on the dose rate of Horizon 250 EC per 1 ha and the amount of spray mixture. The most tested fungicide was Horizon 250 EW, used concentration scale was 0,1; 0,01; 0,0125; 0,00625; 0,003125 and 0,0015625 % solution of fungicide. There were not detected changes in susceptibility of *S. sclerotiorum* isolates to tested fungicides. The highest inhibition effect was detected in fungicide Pictor.

Keywords: susceptibility, *Sclerotinia sclerotiorum*, fungicides, winter oilseed rape

Úvod

Řepka olejka se pěstuje zhruba na 14,6 % pěstební plochy v České republice (průměr za posledních 10 let). Osevní plocha v posledních letech lehce klesá. Od roku 2013, kdy byla řepka vyseta na 418808 ha, letos bylo oseto pouze 366180 ha. Přesto se však drží na předních místech v žebříčku nejvíce pěstovaných polních plodin u nás a v roce 2011 předběhla ječmen a získala si tak pomyslné druhé místo (ČSÚ, 2015). Výnos řepky a kvalitu sklizených semen ohrožuje mnoho faktorů, jedním z nich je také výskyt houbových chorob. Bílá hniloba řepky, kterou způsobuje patogen *S. sclerotiorum*, patří k nejvýznamnějším chorobám řepky. V letech silného výskytu může způsobit ztráty na výnosech 30–50 %. V některých letech se však téměř nevyskytuje (Kazda, Škeřík, 2008). Proto se fungicidní ošetření vůči této chorobě stalo běžnou součástí zemědělské praxe. V závislosti na velikosti ošetřovaných ploch a frekvenci postřiků, kdy se řepka běžně dostává na stejné pole i dříve než je doporučený časový odstup (4 roky), vyvstala otázka, zda některé kmeny patogena nedisponují sníženou citlivostí k používaným fungicidům.

Materiál a metody

Sběrem získaná sklerocia kmenů patogena *S. sclerotiorum* byla podrobena testům rezistence vůči vybraným fungicidům (Horizon 250 EW, Efilor a Pictor). Opakovanou kultivací sklerocií na živné půdě (Czapek-Dox, Potato Dextrose Agar) byly získány čisté kultury patogena. Pracovali jsme se 42 izoláty. Výchozí a následné koncentrace byly stanoveny na základě dávky přípravku Horizon 250 EC na 1 ha a množství jíchy bez ohledu na hektarovou dávku testovaných přípravků (Horizon 250 EW a Efilor 1 l/ha, Pictor 0,5 l/ha). Při testování bylo mycelium izolátů umístěno na otrávené plotny živné půdy (PDA) s různými koncentracemi účinných látek fungicidů. Testované koncentrace přípravků, resp. jejich účinných látek jsou uvedeny v Tabulce č. 1. Každá varianta koncentrační řady byla vedena ve 3 opakováních. Pro hodnocení úrovně citlivosti testovaných kmenů byl průběžně zaznamenáván růst mycelia (cm) do doby, kdy mycelium na kontrolní variantě plně porostlo živnou půdu v Petriho misce o průměru 9 cm. Následně byl proveden výpočet inhibice pro stanovení MIC (minimální inhibiční koncentrace). Vzorec pro výpočet inhibice:

$I = \{100 - [(dcp/dk) \times 100]\}$, kde I – inhibice vyjádřená v procentech, dcp – průměr opakování na testovanou koncentraci a dk – průměr kontroly (Šromová, 2015).

Tabulka č. 1: Testované koncentrace fungicidů a jejich účinných látek

Varianta	1	2	3	4	5	6
Horizon 250 EW, Efilor, Pictor						
koncentrace %	0	0,003125	0,00625	0,0125	0,01	0,1
koncentrace µl/ml agaru	0	0,03125	0,0625	0,125	0,1	1
tebuconazol 250 mg v 1 ml Horizonu 250 EW						
koncentrace %	0	0,00078125	0,0015625	0,003125	0,0025	0,025
koncentrace mg/ml agaru	0	0,0078125	0,015625	0,03125	0,025	0,25
boscalid 133 mg + metconazole 60 mg v 1 ml Efiloru						
koncentrace %	0	0,000603125	0,00120625	0,0024125	0,00193	0,0193
koncentrace mg/ml agaru	0	0,00603125	0,0120625	0,024125	0,0193	0,193
boscalid 200 mg + dimoxystrobin 200 mg v 1 ml Pictoru						
koncentrace %	0	0,00125	0,0025	0,005	0,004	0,04
koncentrace mg/ml agaru	0	0,0125	0,025	0,05	0,04	0,4

Výsledky a diskuse

Celkem bylo v letech 2013–2015 testováno 42 kmenů patogena *S. sclerotiorum*. Nejprve byly testovány základní koncentrace přípravků odpovídající přepočtu registrované dávky přípravku Horizon 250 EW vůči bílé hnilobě řepky uvedené v Seznamu povolených přípravků na ochranu rostlin (ÚKZÚZ, 2015) a běžně používaného množství postřikové jíchy. Pro prvotní testování byla vybrána dvojková koncentrační řada, kdy jsme pracovali s koncentracemi přípravků 0,2; 0,4; 0,8 a 1,6 % (Poslušná, Plachká, 2015). Výsledky potvrdily 100% účinnost testovaných přípravků, kdy žádný z testovaných kmenů patogena nevykazoval sníženou citlivost ani při nejnižší testované koncentraci (0,2 %). Pro stanovení MIC byly zakládány další testy s nižšími koncentracemi, které opět vycházely z dvojkové koncentrační řady (viz Tab. 1). V článku jsou v rámci přehlednosti uvedeny pouze vybrané výsledky z letošního roku (2015) s 10 izoláty. Vybrané výsledky testování citlivosti vybraných kmenů patogena *S. sclerotiorum* z obou lokalit reflektují data v Tabulkách č. 2–5. Zjištěné hodnoty minimální inhibiční koncentrace (MIC) testovaných kmenů patogena *S. sclerotiorum* k vybraným fungicidům jsou uvedeny v Tabulce č. 6.

Testováním rezistence kmenů *S. sclerotiorum* se zabývala také Šromová (2015) ve své diplomové práci. Uvádí, že účinná látka boscalid má vysokou účinnost nejen proti

S. sclerotiorum. Její kombinace s účinnou látkou dimoxystrobin vykazuje mimořádně dlouhodobou a vysokou účinnost. Ze statistického vyhodnocení, kterým byl porovnáván vliv lokalit na inhibici růstu mycelia, vyplynulo, že u přípravku Efilor, Pictor a Propulse nebyly pozorovány velké rozdíly mezi izoláty, zatímco u fungicidů Horizon a Prosaro byly zaznamenány významné rozdíly mezi izoláty. My jsme u fungicidu Horizon 250 EW zaznamenali vyšší rozdíl mezi izoláty (cca 30 %) u koncentrace 0,01 % (Tabulka č. 2), 0,003125 % (Tabulka č. 3) a u fungicidu Efilor koncentrace 0,003125 % (Tabulka č. 4).

Tabulka č. 2: Test rezistence patogena *Sclerotinia sclerotiorum* k fungicidu Horizon 250 EW, Inhibice (%) při koncentraci 0,1 % ^(a) a 0,01 % ^(b), Opava

Izolát SCLESC Opava	HN2012	HN2014a	HN2014b	HN2014c	CH2008	CH2012	CHL2014	KU2012	KU2014	KY2013/22	KY2014/40	KY2014/47	Průměr
Inhibice ^a	100	100	100	100	100	100	100	87,8	100	100	100	94,4	98,5
Inhibice ^b	83,3	71,1	75,6	72,2	75,6	68,9	77,8	58,9	62,2	91,1	61,1	84,4	73,5

Tabulka č. 3: Inhibice růstu (%), Horizon 250 EW

Výsledky testů rezistence patogena *Sclerotinia sclerotiorum*, Opava, Šumperk, 2015

Izolát SCLESC/ koncentrace Horizonu 250 EW (%)	HN2012	HN2014a	CHL2014	KU2012	KY2014/40	Rok1_15	Lib1_14	Hav1_14	Lit3_14	Louc3_14	Průměr
0,0125	89	80	86	71	74	81	86	74	86	74	80
0,00625	58	53	60	42	47	53	58	47	63	52	53
0,003125	41	11	48	22	19	31	13	19	38	29	27
0,0015625	17	0	18	0	0	4	9	0	0	0	5
Kontrola	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabulka č. 4: Inhibice růstu (%), Efilor

Výsledky testů rezistence patogena *Sclerotinia sclerotiorum*, Opava, Šumperk, 2015

Inhibice růstu (%)/ Izolát SCLESC/ koncentrace Efiloru (%)	HN2012	HN2014a	CHL2014	KU2012	KY2014/40	Rok1_15	Lib1_14	Hav1_14	Lit3_14	Louc3_14	Průměr
0,0125	86	100	74	74	77	87	89	77	86	81	83
0,00625	66	84	59	68	58	72	68	66	70	63	67
0,003125	39	47	31	30	21	49	53	42	48	49	41
0,0015625	40	46	28	34	28	39	31	32	42	42	36
Kontrola	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabulka č. 5: Inhibice růstu mycelia (%), Pictor

Výsledky testů rezistence patogena *Sclerotinia sclerotiorum*, Opava, Šumperk, 2015

Inhibice růstu (%) / Izolát SCLESC/ koncentrace Pictoru (%)	HN2012	HN2014a	CHL2014	KU2012	KY2014/40	Rok1_15	Lib1_14	Hav1_14	Lit3_14	Louc3_14	Průměr
0,0125	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0,00625	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0,003125	100	100	94	80	100	100	100	100	100	100	97
0,0015625	100	93	92	87	90	92	88	93	96	92	92
Kontrola	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabulka č. 6: Stanovené hodnoty MIC testovaných kmenů *S. sclerotiorum* k jednotlivým fungicidům

Fungicid	MIC (%)	MIC (μl/ml)
Horizon 250 EW	0,1	1
Efilor	>0,0125	>0,125
Pictor	0,00625	0,0625

Závěr

V testech bylo prověřeno celkem 42 izolátů *Sclerotinia sclerotiorum* z Olomouckého kraje, okresu Opava a z lokalit Rokytnice u Přerova, Chlumeck nad Cidlinou, Kujavy a Hněvčevy. Žádný z testovaných kmenů patogena *S. sclerotiorum* nevykazoval sníženou citlivost vůči testovaným fungicidům (Horizon 250 EW, Efilor a Pictor). U testovaných kmenů patogena *Sclerotinia sclerotiorum* byla stanovena MIC fungicidu Horizon 250 EW při koncentraci 0,1 %. MIC fungicidu Efilor byla stanovena při koncentraci vyšší než 0,0125 %. MIC fungicidu Pictor byla stanovena při koncentraci 0,00625 %, to odpovídá nižší hektarové dávce přípravku Pictor 0,5 l ve srovnání s přípravky Horizon 250 EW a Efilor a jejich hektarové dávce 1,0 l. Největší inhibiční efekt u testovaných kmenů *S. sclerotiorum* byl zjištěn u přípravku Pictor.

Dedikace

Tato práce byla podpořena projektem MZe NAZV QJ1310227, vybrané testované izoláty byly získány za podpory projektu TAČR TA01010815

Použitá literatura:

- ČSÚ. 2015. Český statistický úřad. Zemědělství – časové řady [online]. ©2015 [cit. 2015-10-15]. Dostupné z: https://www.czso.cz/csu/czso/zem_cr
- Kazda, J., Škeřík, J. 2008. Metodika integrované ochrany řepky. SPZO s.r.o. 82 s.
- Poslušná, J., Plachká, E. 2015. Testování citlivosti patogenů *Leptosphaeria* spp. a *Sclerotinia sclerotiorum* vůči vybraným fungicidům. In: Sborník abstraktů. XX. česká a slovenská konference o ochraně rostlin. Praha, 1. – 3. září 2015. Str. 73.
- Šromová, M. 2015. Stanovení citlivosti patogena *Sclerotinia sclerotiorum* k vybraným fungicidům. Diplomová práce. ČZU v Praze. 95 s.
- ÚKZÚZ. 2015. Seznam povolených přípravků a dalších prostředků na ochranu rostlin. In: Věstník Ústředního kontrolního a zkušebního ústavu zemědělského XII (1) (2015). Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský. Brno. 502 s.

Kontaktní adresa: Ing. Jana Poslušná, Agritec Plant Research s.r.o., Zemědělská 2520/16, 787 01 Šumperk; e-mail: poslusna@agritec.cz

HODNOCENÍ REZISTENCE VYBRANÝCH ODRŮD A KULTIVARŮ OKUREK SALÁTOVEK K VIRU ŽLUTÉ MOZAIKY CUKETY (ZYMV)

Evaluation of resistance of selected cultivars and varieties slicing cucumbers to *Zucchini yellow mosaic virus* (ZYMV)

Svoboda J.

Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Praha – Ruzyně

Abstrakt

Odrůdy okurek salátovek pěstované v České republice jsou náchylné k napadení virem žluté mozaiky cukety (ZYMV). Tento virus způsobuje mozaiku na jejich listech a boulovitost plodů, takže jsou neprodejné. Nejúčinnějším způsobem ochrany před ZYMV je pěstování rezistentních odrůd. Byla získána semena českých a zahraničních odrůd okurek a porovnáním relativních koncentrací viru žluté mozaiky cukety v rostlinách po mechanické inokulaci českým silně virulentním kmenem tohoto viru byla hodnocena jejich odolnost k ZYMV.

Klíčová slova: relativní koncentrace viru, titr viru

Abstract

Slicing cucumber cultivars grown in the Czech Republic are susceptible to *Zucchini yellow mosaic virus* (ZYMV). The virus causes mosaic on their leaves and lumpy deformations on fruits thus they are unmarketable. The most effective way of protection against ZYMV is growing resistant cultivars. There were obtained seeds of Czech and foreign slicing cucumbers and their level of resistance to ZYMV was evaluated by comparison the relative concentration of the virus in plants after mechanical inoculation by a highly virulent Czech ZYMV strain.

Key words: virus relative concentration, virus titer

Úvod

Plody okurek (*Cucumis sativus* L.) představují neodmyslitelnou součást české kuchyně. V Česku pěstované odrůdy okurek salátovek jsou náchylné k viru žluté mozaiky cukety, *Zucchini yellow mosaic virus* (ZYMV; Svoboda a Polák, 2002). Tento virus objevili nezávisle na sobě současně v Itálii Lisa *et al.* (1981) a ve Francii Lecoq *et al.* (1981). Je to vláknitý virus z čeledi *Potyviriidae*, rod *Potyvirus*. V České republice (ČR) byl ZYMV poprvé zjištěn v r. 1990 (Chod a Jokeš, 1991) a již v r. 1997 zaznamenala Státní rostlinolékařská správa na jižní Moravě jeho první epidemický výskyt. Virus vyvolává na infikovaných rostlinách mozaiku, žloutnutí a deformace listů, boulovitost plodů a zakrslost rostlin, takže výrazně snižuje výnos plodů, které jsou neprodejné (obr.1). Tento virus je rozšířen v teplých oblastech po celém světě a napadá téměř všechny rostliny čeledi *Cucurbitaceae* (Al-Saleh a Al-Shahwan, 1997). Snadno se šíří neperzistentně mšicemi a mechanicky (Lisa a Lecoq, 1984). Virus v podmínkách ČR přezimuje na běžných druzích plevelných rostlin, jako jsou ptačinec žabinec (*Stellaria media* (L.) Vill.), heřmánkovec přímořský, (*Tripleurospermum maritimum* (L.) Sch. Bip.) a jetel plazivý (*Trifolium repens* L.; Svoboda a Polák, 2002).

Výzkumem rezistence okurek k viru žluté mozaiky cukety se zabývala především francouzská, italská a americká pracoviště. Provvidenti (1987) našel gen rezistence *zym* v čínské okurce Taichung Mou Gua ('TMG-1') na Tajvanu. Ansanelli *et al.* (1997) referují o vyšlechtění okurek nakládaček rezistentních k ZYMV. V poslední době je pravděpodobně nejdál šlechtění okurek salátovek na rezistenci k ZYMV v Japonsku (Amano *et al.*, 2013). Úkolem provedené práce bylo vyhodnotit úroveň rezistence vybraných odrůd a novošlechtění okurek salátovek k ZYMV.

Materiál a metodyRostlinný materiál

Bylo vybráno a získáno komerční osivo českých okurek salátovek (*Cucumis sativus* L.) ‘Dasher II F1’ (Bohemiaseed, ČR), ‘Natalie F1’ a ‘Viktorie F1’ (Ing. B. Holman, ČR), ‘Marta F1’ a ‘Saladin F1’ (MoravoSeed, ČR), ‘Emilie F1’, ‘Formule F1’, ‘Lili F1’ a ‘Minisprint F1’ (SEMO, ČR), japonské novošlechtění ‘A192-18’, ‘A202-18’, ‘G22’, ‘R10’, ‘S93-18’ a odrůda Sagamihanjiro fushinari (Saitama Gensyu Ikuseikai, Japonsko) a čínská salátovka ‘TMG-1’ (INRA, Montfavet, Francie). Semena okurek byla vyseta ve skleníku ve skupinách po deseti od každé odrůdy. Rostliny byly pěstovány v izolované skleníkové kóji při světelné periodě den/noc 14/10 hodin a teplotě 25/20 °C.

K pomnožení ZYMV pro potřebu mechanické inokulace byla použita tykev cuketa (*Cucurbita pepo* L. convar. *giromontiina* Grebensčikov) ‘Zelená’ (Seva Flora, Valtice, ČR).

Mechanický přenos

Při inokulaci ZYMV byl použit silně virulentní kmen ZYMV-H, který byl vybrán z různých kmenů viru pocházejících z jižní Moravy (Svoboda and Polák, 2002). Molekulární diverzita ve vztahu k patogenitě českých a slovenských izolátů ZYMV byla studována Glasou *et al.* (2007); kmen ZYMV-H byl nejvirulentnější český kmen. Jeho sekvence byla uložena do mezinárodní databáze GenBank pod č. DQ144054 a je součástí Sbírký fytopatogenních virů (2015) ve VÚRV, v.v.i., Praha.

Pro mechanický přenos bylo v třecí misce homogenizováno 10 g listů tykve cukety ‘Zelená’ infikované kmenem ZYMV-H se 30 ml fosfátového pufru (0,03 M Na₂HPO₄ s přídavkem 0,2 % DIECA, pH 9,3) podle Mahgouba *et al.* (1997). K homogenátu bylo přidáno aktivní uhlí a karborundum mesh 200 pro zvýšení účinnosti přenosu a byla provedena mechanická inokulace třením děložních listů okurek. Veškeré chemikálie a nádoby byly předem vychlazené v chladničce a připravený homogenát byl uchováván až do skončení inokulace v misce s drceným ledem pro zajištění dlouhodobé infekčnosti inokula.

Stanovení relativní koncentrace ZYMV

Čtyři týdny po provedené inokulaci, tj. ve stadiu 4.-5. pravého listu, kdy již byly na rostlinách náchylných odrůd zřetelně viditelné příznaky systémové infekce ZYMV, byly odebrány vzorky mladých listů. Vzorky ze všech deseti rostlin jedné odrůdy byly smíšeny z alikvotních dílů a vzniklý směsný vzorek byl použit k analýze.

Pro určení koncentrace ZYMV ve vzorku byl v něm stanoven titr viru jako nejvyšší ředění vzorku rozetřeného v extrakčním pufru, které ještě dávalo v ELISA pozitivní reakci. Koncentrace virového proteinu (c) je nepřímo závislá na titru (t), tj. čím větší ředění ještě dává pozitivní reakci, tím vyšší je koncentrace virového proteinu v listu. Závislost lze vyjádřit jako podíl specifické konstanty (k) a stanoveného titru

$$c = k / t.$$

Pro porovnání koncentrací téhož virového proteinu v listech různých rostlin není nutné znát přesnou hodnotu konstanty (k) protože je pro všechny rostliny při použití stejné metody a antisera totožná. Poměr koncentrací viru v hodnocených rostlinách potom je

$$c_1 : c_2 = 1 / t_1 : 1 / t_2$$

a převrácenou hodnotu (1/t) lze považovat za relativní koncentraci virového proteinu, která nemá přesně hodnotu koncentrace ZYMV ve vzorku, ale je ve správném poměru k vypočteným relativním koncentracím ZYMV ostatních hodnocených vzorků.

Pro stanovení titru viru byla použita imunoenzymatická metoda DAS-ELISA popsaná Clarkem a Adamsem (1977), komerční protilátky k ZYMV a pracovní postup firmy Loewe Biochemica GmbH, Německo.



Obrázek 1: Plod náchylné okurky 'Marta F1' infikované ZYMV

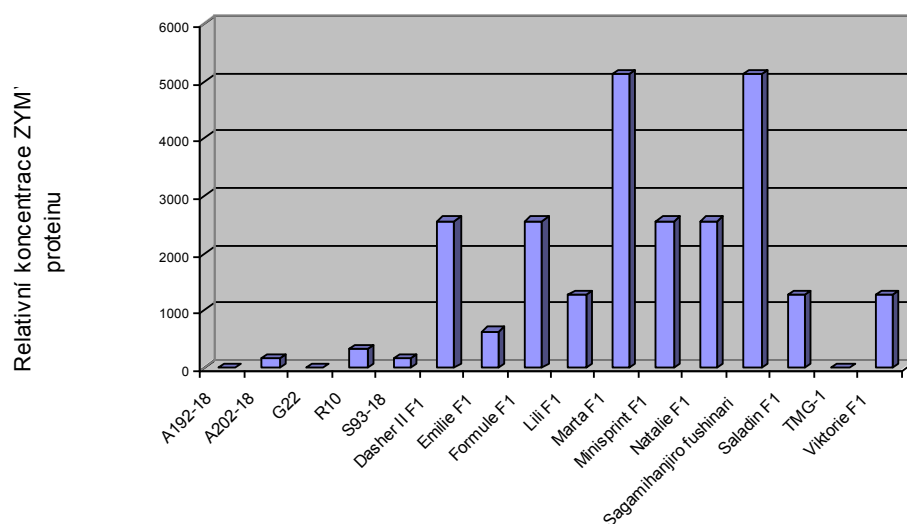
Výsledky a diskuse

Pro kontrolu infekčnosti použitého inokula byly na závěr mechanických přenosů stejným inokulem inokulovány 3 rostliny cukety 'Zelená'. Po 14 dnech byly na všech pozorovány typické příznaky ZYMV.

Vypočtené relativní koncentrace ZYMV v listech okurek nakládaček ukazuje obr. 2. Jednoznačně nejodolnější byly zahraniční novošlechtění 'A192-18', 'G22' a odrůda 'TMG-1', které se v testech ukázaly jako imunní, tj. byly v ELISA po provedené inokulaci negativní. Za nimi se v odolnosti k ZYMV řadila japonská novošlechtění 'A202-18', 'S93-18' a 'R10'. Z českých odrůd je následovaly 'Emilie F1', 'Lili F1', 'Saladin F1' a 'Viktorie F1'.

Tyto rostliny prokázaly vysokou odolnost k silně virulentnímu kmenu ZYMV-H, množení viru v nich bylo potlačeno na čtvrtinovou úroveň relativní koncentrace ZYMV zjištěné u náchylných odrůd. Nejnáchylnější byly česká odrůda 'Marta F1' a japonská Sagamihanjiro fushinari. České odrůdy 'Dasher II F1', 'Formule F1', 'Minisprint F1' a 'Natalie F1' byly hodnoceny jako středně náchylné k ZYMV.

Obrázek 2: Relativní koncentrace virového proteinu ZYMV-H v listech okurek salátovek



Závěr

V testovaném souboru okurek salátovek vynikly svou imunitou k ZYMV japonská novošlechtění 'A192-18', 'G22' a čínská odrůda 'TMG-1'. Z českých odrůd byla nejodolnější 'Emilie F1'.

Dedikace

Provedený výzkum byl financován z projektu MZe RO0415.

Použitá literatura

- Al-Saleh M. A., Al-Shahwan I. M. (1997). Viruses infecting cucurbits in Riyadh, Gassim and Hail regions of Saudi Arabia. Arab Gulf Journal of Scientific Research 15 (1): 223- 254.
- Ansanelli C., Giovannantonio C., Tomassoli L., Di-Giovannantonio C. (1997). Tolerant varieties and reflective soil coverings to control viruses of courgette. Informatore Agrario 53 (11): 43-45.
- Clark M. F., Adams A. N. (1977). Characteristic of the microplate method of enzyme-linked immunosorbent assay for the detection of plant virus. Journal of General Virology 34: 51-57.
- Glasa M, Svoboda J, Nováková S (2007). Analysis of the Molecular and Biological Variability of Zucchini yellow mosaic virus isolates from Slovakia and Czech Republic, Virus Genes 35(2): 415-421.
- Chod J., Jokeš M. (1991). Nález viru žluté mozaiky cukety v Československu. Ochrana Rostlin 27: 111-115.
- Lecoq H., Pitrat M., Clément M. (1981). Identification et caractérisation d'un potyvirus provoquant la maladie du rabougrissement jaune du melon. Agronomie 1: 827-834.
- Lisa V., Boccardo G., D'Agostino G., Dellavalle G. and d'Aquilio M. (1981). Characterisation of a potyvirus that causes zucchini yellow mosaic. Phytopathology 71: 667-672.
- Lisa V., Lecoq H. (1984). Zucchini yellow mosaic virus. CMI/AAB Descriptions of Plant Viruses No. 282, Unwin Brothers Press, Surrey (GB).
- Mahgoub H. A., Desbiez C., Wipf-Scheibel C., Dafalla G., Lecoq H. (1997). Characterization and occurrence of zucchini yellow mosaic virus in Sudan. Plant Pathology 46: 800-805.
- Masashi Amano, Akira Mochizuki, Yumi Kawagoe, Keisuke Iwahori, Kaori Niwa, Jiri Svoboda, Takanori Maeda, and Yoshiyuki Imura (2013). High-resolution mapping of zym, a recessive gene for Zucchini yellow mosaic virus resistance in cucumber. Theoretical and Applied Genetics 126:12, 2983-2993. ISSN: 0040-5752.
- Provvidenti R (1987). Inheritance of resistance to a strain of zucchini yellow mosaic virus in cucumber. Hort. Science, 22: 102-103.
- Sbírka fytopatogenních virů [www dokument]. [cit. 9. 8. 2015]. Dostupné na: <http://www.vurv.cz/collections/vurv.exe/search?org=VI>.
- Svoboda J, Polák J (2002). Distribution, Variability and Overwintering of Zucchini yellow mosaic virus in the Czech Republic. Plant Protection Science, 38 (4): 125-130.

Kontaktní adresa:

Ing. Jiří Svoboda, Ph.D.

Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i.

Drnovská 507, 161 06 - Praha 6 Ruzyně

e-mail: jiri.svo@vurv.cz

POROVNÁNÍ VIRULENCE DVOU KMENŮ VIRU MOZAIKY OKURKY (CMV), ČESKÉHO A ZAHRANIČNÍHO Z MAURITIA

Comparison of virulence of two strains cucumber mosaic virus (CMV), Czech and foreign from Mauritius

Svoboda J.

Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Praha – Ruzyně

Abstrakt

Bylo provedeno biologické hodnocení dvou zeměpisně odlišných kmenů CMV a bylo zjištěno, že se jejich virulence nedá jednoznačně posoudit, protože je výrazně závislá na druhu hostitelské rostliny. Oba kmeny způsobovaly odlišné příznaky na hostitelských rostlinách. Vzhledem k jejich rozdílné virulenci byl proveden experiment křížové ochrany, který však nepotvrdil odolnost preimunizovaných rostlin k druhému kmenu CMV. Výzkum tohoto jevu bude pokračovat.

Klíčová slova: biologické hodnocení, křížová ochrana

Abstract

Biological evaluation of two geologically different CMV strains was carried out. It was not possible to assess their virulence definitely because of its dependence on the species of a host plant. Both strains caused different symptoms on the host plants. As they differ in their virulence, a cross-protection trial was carried out but it did not approved the resistance of preimmunized plants to the other virus strain. The research of this phenomenon will continue.

Key words: biological evaluation, cross-protection

Úvod

Jedním z nejrozšířenějších virů zelenin je *Cucumber mosaic virus* (CMV) z čeledi *Bromoviridae*, rod *Cucumovirus*, který způsobuje mnoho chorob a velké ekonomické ztráty jak na zelenině, tak také na píceřinách, okrasných a ovocných plodinách po celém světě (Descriptions of Plant Viruses, 2015). Chen *et al.* (2001) zjistili, že kromě rostlin čeledi tykvovitých napadá také fazol a mnoho okrasných rostlin, jako jsou alstromérie, krokus, lilie, mečík, laskavec, ostrožka a hořec téměř po celém světě. Na rostlinách z čeledi tykvovitých se projevuje mozaikou, žloutenkou nebo žlutými skvrnami na listech, deformacemi plodů a celkovou zakrslostí rostlin. Virus může být přenášen semeny infikovaných rostlin (Plant Viruses Online, 2015). Jak zjistili Spaar a Kegler (1996), CMV přenáší více než 70 druhů mšic.

Nedávno provedený výzkum na Mauritiu (Lobin *et al.*, 2015) ukázal, že poškození plodů místních polních okurek (*Cucumis sativus* L.) 'Locale' olejovitými skvrnami způsobuje právě CMV. To jsou příznaky, které na našich pěstovaných odrůdách okurek neznáme. Úkolem provedené práce bylo vyhodnotit biologické odlišnosti českého a mauritijského kmenu CMV a ověřit možnost křížové ochrany rostlin méně virulentním kmenem.

Materiál a metody

Rostlinný materiál

Pro testy virulence byly vybrány tři druhy náchylných rostlin čeledi *Cucurbitaceae*: tykev cuketa 'Zelená' (*Cucurbita pepo* L. convar. *giromontiina* Grebenščíkov), Seva Flora Česká republika (ČR); okurka nakládačka 'Melody F1' (*Cucumis sativus* L.), Rijk Zwaan, Holandsko; tykev velkoplodá 'Hokkaido' (*Cucurbita maxima* Duchesne), SEMO ČR. Jejich semena byla vyseta ve skleníku ve dvou skupinách pro každý kmen CMV po deseti. Rostliny byly pěstovány při světelné periodě den/noc 14/10 hodin a teplotě 25/20 °C.

Kmeny CMV

Kmen viru z ostrova Mauritius izoloval v r. 2011 Prof. Ing. Aleš Lebeda DrSc. Český kmen pochází z mělnicka a izoloval ho v r. 2003 autor příspěvku. Oba kmeny jsou uloženy ve Sbírce fytopatogenních virů (2015) ve VÚRV, v.v.i., Praha.

Mechanický přenos

Pro mechanickou inokulaci CMV byly použity zamražené listy tykví (*Cucurbita pepo* L.) infikované jednotlivými kmeny CMV. Inokulum bylo připraveno v třecí misce homogenizací 1 g infikovaných listů se 3 ml 0,066M fosfátového pufru, pH 7,0. K homogenátu bylo přidáno karborundum mesh 200 a byl proveden mechanický přenos viru třením děložních listů inokulovaných rostlin. Pro každý experiment byla použita skupina 10 rostlin. Veškeré chemikálie a nádoby byly předem vychlazeny v chladničce pro zajištění dobré stability inokula.

ELISA

Potvrzení přítomnosti CMV v inokulovaných rostlinách bylo provedeno imunoenzymatickou metodou DAS-ELISA popsanou Clarkem a Adamsem (1977) za použití komerčních protilátek k CMV a pracovního postupu firmy Loewe Biochemica GmbH, Německo.

Výsledky a diskuse

Příznaky pozorované na deseti rostlinách jednoho druhu inokulovaných jedním kmenem CMV byly srovnatelné a prakticky shodné. Přítomnost CMV v rostlinách byla potvrzena pomocí ELISA. Český kmen CMV vyvolal silné příznaky virové infekce na rostlinách tykve cukety 'Zelená', které vedly k jejich zakrslosti a úhynu do jednoho měsíce od inokulace, zatímco mauritijský kmen způsobil jen mozaiku a deformace listů (Tab.1). Na listech okurky nakládačky 'Melody F1' se oba kmeny CMV projevovaly drobnými žlutými skvrnami. Rostliny tykve velkoplodé 'Hokkaido' byly poškozovány českým kmenem jen mírně - vytvořily se žluté skvrny na listech, zatímco mauritijský kmen způsobil výraznou zakrslost rostlin (Obr.1). Jasně se projevila odlišnost obou kmenů, nebylo však možno určit, který z nich je více virulentní, protože pozorovaná virulence závisela na druhu hostitelské rostliny. Na rostlinách tykví cuket 'Zelená' byl více virulentní český kmen CMV, zatímco na tykvi 'Hokkaido' mauritijský. Na rostlinách okurek 'Melody F1' byly oba kmeny bez rozdílu v pozorovaných příznacích. Vzhledem k zásadnímu rozdílu vyvolaných příznaků oběma kmeny na tykvi 'Hokkaido', byl s ní proveden experiment křížové ochrany českým kmenem CMV před mauritijským. Mladé rostliny 'Hokkaido' byly mechanicky inokulovány českým kmenem CMV a po 14 dnech (dostatečná doba pro vznik preimunizace; Svoboda, 2011) mauritijským. Na všech inokulovaných rostlinách byly nejprve patrné mírné příznaky českého kmene CMV, které však po 10 dnech od inokulace mauritijským kmenem výrazně zesílily a změnily se na mozaiku a zakrslost. Po dalších 10 dnech začaly rostliny hynout. Křížová ochrana v tomto případě vůbec nepůsobila. Vysvětlení zatím není známo, výzkum pokračuje a bude přistoupeno k hledání odlišností mezi oběma kmeny CMV sekvenováním jejich genomu.

Tabulka 1: Pozorované příznaky vyvolané kmeny CMV na hostitelských rostlinách

Rostlina - list	CMV-Mělník	CMV-Mauritius
cuketa 'Zelená'	moz., def., zakrs.	moz., def.
okurka 'Musica F1'	žl.sk.	žl.sk.
tykev 'Hokkaido'	žl.sk.	moz., zakrs.

Legenda:

mozaika-moz.; žluté skvrny-žl.sk.; deformace-def.; zakrsllost-zakrs.

Obrázek 1: Dvě rostliny tykve 'Hokkaido' 14 dnů po inokulaci - vlevo českým, vpravo mauritijským kmenem CMV

Závěr

Biologické hodnocení virulence dvou kmenů CMV nedalo jasnou odpověď na to, který z nich je více virulentní. Ani metoda křížové ochrany nefungovala. Výzkum této anomálie bude pokračovat.

Dedikace

Provedený výzkum byl financován z projektu MZe RO0415.

Použitá literatura

Clark M. F., Adams A. N. (1977). Characteristic of the microplate method of enzyme-linked immunosorbent assay for the detection of plant virus. *Journal of General Virology* 34: 51-57.

Descriptions of Plant Viruses [www dokument]. [cit. 2. 9. 2015]. Dostupné na: <http://www.dpvweb.net/dpv/dpvnameidx.php>.

- Chen Y.K., Derks A.F.L.M., Langeveld S., Goldbach R., Prins M. (2001). High sequence conservation among Cucumber mosaic virus isolates from lily: brief report. Archives of Virology. 146: 8, 1631-1636, 22 ref.
- Lobin K. K., Svoboda J., Lebeda A., Dhooky D. Y., Benimadhu S. P., (2015). *Cucumber mosaic virus* Causal Pathogen of Oily Spots on Cucumber cv. Locale Fruits in Mauritius. Plant Protect. Sci., 51 (3), 123-126.
- Plant Viruses Online, [www dokument]. [cit. 2. 9. 2015]. Dostupné na: <http://pvo.bio-mirror.cn/descr267.htm>.
- Sbírka fytopatogenních virů [www dokument]. [cit. 9. 8. 2015]. Dostupné na: <http://www.vurv.cz/collections/vurv.exe/search?org=VI>.
- Spaar D., Kegler H. (1996). More than 70 aphid species can transmit cucumber mosaic virus (Mehr als 70 Blattlausarten können das Gurkenmosaik-Virus übertragen). TASPO Gartenbaumagazin. 5: 3, 41-43.
- Svoboda J. (2011). Účinnost metody křížové ochrany při ochraně vybraných odrůd okurek nakládaček před silně virulentním kmenem ZYMV. Úroda 12/2011, vědecká příloha, s. 281-286. ISSN: 0139-6013.

Kontaktní adresa:

Ing. Jiří Svoboda, Ph.D.

Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i.

Drnovská 507, 161 06 - Praha 6 Ruzyně

e-mail: jiri.svo@vurv.cz

REGULACE PLEVELŮ V SEMENNÝCH POROSTECH JETELE ALEXANDRIJSKÉHO (*TRIFOLIUM ALEXANDRINUM* L.)

Weed control in seed stands of egyptian clover (*Trifolium alexandrinum* L.)

Šmahel P., Kolaříková E.

Zemědělský výzkum, spol. s r. o., Troubsko

Abstrakt

Práce spočívala v zakládání a hodnocení polních pokusů s jetelem alexandrijským v Troubsku s aplikací postemergentních herbicidů v letech 2012-2015. Byla prokázána vyšší citlivost plodiny na herbicidy a v podmínkách silného zaplevelení nedostatečná účinnost na některé plevely. Relativně nižší krátkodobou fytotoxicitu cca 12- 32,5% vykazoval bentazone 480 g/l s aktivátorem v dávce 1,6-1,75 l/ha, bez aktivátoru v dávce 1,5-2l/ha pak jen 12-22,5%. Poněkud vyšší a dlouhodobější zbrždění plodiny působily varianty čistého imazamoxu cca 24-28g/ha (cca12-35,7%) nebo imazamoxu s pendimethalinem 16,7 +250 g /l (cca 22-43%). Kombinace působila uspokojivě na plevely (rdesna, hluchavky, kokošku, rozrazil) s menšími nedostatky u merlíků, případně svízele. Vyváženější výsledky (fytoxicita cca 18-30%) a účinnosti poskytoval readymix imazamoxu s bentazonem 22,4+480g/l v dávce 1-1,25l/ha s adjuvantem. Pro dostatečný efekt je však třeba chemické ošetření doplnit agrotechnikou a sečením porostu.

Klíčová slova: jetel alexandrijský, bentazone, imazamox, selektivita, účinnost

Abstract

The biological efficacy of post-emergence herbicides in egyptian clover was examined in field trials in Troubsko in 2012-2015. It was demonstrated generally higher sensitivity of crop to herbicides and not satisfactory efficacy on some weeds in conditions of strong weed occurrence. The relatively short lower phytotoxicity about 12- 32.5% showed bentazone 480 g / l with activator at a dose of 1.6 to 1.75 l / ha without activator in a dose 2-2,2l / ha then only 12-22,5% . Somewhat higher and longer deceleration crops act pure imazamox ca 24 to 28 g / ha (ca12-35,7%) or imazamox with pendimethalin 16.7 +250g / l in dose 1,3-1,5 l/ha(ca 22-43%). The combination worked satisfactorily on many weeds (knotweed, nettle, Shepherd, speedwell), with minor deficiencies with quinoa or troubles. Balanced results low fytotoxicity (approx 18-30%) and better efficiency provided readymix of imazamox with bentazon 22.4 + 480 g / l dose 1-1,25l / ha with adjuvant. For sufficient effect, it is necessary to supplement chemical treatment agrotechnics and mowing of crop.

Key words: Egyptian clover, bentazone, imazamox, selectivity, efficacy

Úvod

Jetel alexandrijský (egyptský) je jednoletou jetelovinou s dlouhým křivým kořenem, málo větveným. Rostlina svým habitem připomíná vojtěšku. Využívá se buď v čisté kultuře jako hlavní plodina nebo meziplodina, případně ve směskách, např. s jednoletým jíllem. Poskytuje pravidelně 3 seče. Na semeno se ponechává při běžném sečení ze 2. seče.

Materiál a metody

Problematika regulace plevelů v zakládaných porostech jetele alexandrijského byla alternativně řešena v letech 2012-2015 konvenčními metodami v sérii pokusů, které měly za cíl zhodnotit konkurenceschopnost plodiny k zaplevelení a najít vhodné metody jeho potlačení.

Jednalo se o maloparcelové pokusy s využitím postemergentních herbicidů do jetelovin v uspořádání formou znáhodněných bloků, u prvních pokusů formou screeningu ve 2 opakováních a u dalších ve 3-4 opakováních. Pokusy probíhaly na lokalitách v okolí Troubska na středních půdách hnědozemního typu v řepařské výrobní oblasti. Setí jetele odrůdy Faraon probíhalo po nástupu jara v březnu až dubnu po klasickém zpracování půdy výsevkem cca 12 kg/ha. Aplikace herbicidních variant byly prováděny po nárůstu alespoň 2-3 trojlístků u

převážné části rostlin jetele, tj. v průběhu května. Hodnocení probíhala minimálně ve 3 termínech podle aktuální mezinárodní metodiky EPPO PP 1/76 Weeds in forage legumes - Plevelé v krmných leguminózách (jetelovinách). Byly hodnoceny zejména selektivita k plodině (fytotoxicita) a účinnost na plevelé odhadem v % ve vztahu k neošetřené kontrole. Co se týče vnějších podmínek pokusů, ročník 2012 byl s dlouhodobějším jarním deficitem srážek v dubnu a květnu v době setí a aplikace, jetel však vcelku rovnoměrně a později od poloviny června byl ročník srážkově normální. V ročníku 2013 po krátkém dubnovém přísušku byl květen a červen velmi vlhký, takže porost se vyvíjel velmi dobře. V roce 2014 při včasném setí porost vzešel rovnoměrně, ale při výrazném jarním deficitu srážek se částečně zaplevelil, v posledním ročníku 2015 byla vzcházivost horší a porost nebyl kompletní, se silnějším zaplevelením.

Variety ošetření a dávky herbicidů jsou uvedeny ve výsledkové části. Při porovnávání postupně modifikovaných variant nebylo zcela vhodné použití statistiky.

Výsledky a diskuse

Sumární výsledky selektivity (hodnoty fytotoxicity) a účinnosti významnějších variant ošetření z ročníků 2012-15 v průměru z jednotlivých opakování byly shrnuty do přiložené tabulky.

Hranice u fytotoxicity – do 20% zeleně vcelku dobrá selektivita, do 30% žlutě uspokojivá, 31 – 45 % oranžově zvýšená fytotoxicita, nad 45% červeně silná. Účinnost na plevelé – od 81% zeleně uspokojivá až dobrá, 71-80 % žlutě nedostatečná, 60-70 oranžově slabá, do 59 % červeně velmi slabá.

Jetel alexandrijský se ukázal z hlediska selektivity ošetření jako jetelovina se zvýšenou citlivostí ke většině použitých herbicidních účinných látek. Počáteční někdy i silná fytotoxicita však měla obvykle dočasný charakter a po několika týdnech byla většinou vymizela. Účinnost testovaných variant nebyla často dostatečná.

U plodiny se projevila částečná citlivost i na běžnou kontaktní účinnou látku bentazone, Fytotoxicita činila ve formulaci s tzv. aktivátorem přípravku Basagran Super (při dávce 1,6-1,75l/ha) cca 15-32%, zřetelně více ve srovnání s formulacemi bez aktivátoru Basagran, Bentazone 480SL (v dávkách 2-2,2l/ha), kde činila pouze cca 12-22,5%. Varianty bez aktivátoru však byly výrazně méně účinné na některé plevelé, zejm. merlíky, případně mák vlčí a některé další druhy.

Pozn.: Kombinace bentazonu s tzv. růstovými herbicidy MCPA, případně MCPB byly vyloučeny již po prvních pokusech r. 2010, ve kterých se ukázaly tyto herbicidy jako silně fytotoxické, podobně jako u zřejmě spřízněné vojtěšky.

Rok	Varianta ošetření, dávka /ha	Účinnost %								FYTOX %	
		CHEAL	GALAP	POLLA	POLCO	CAPBP	VERPE	VIOAR	LAMAM	1.hodn	2.hodn
2012	Kontrola -pokryvnost	20	3	13	2		1	2		0	0
2013	Kontrola -pokryvnost	15,0		1,2		2,3			0,8	0,0	0,0
2014	Kontrola -pokryvnost	30,0	21,7				3,0	2,7		0,0	0,0
2015	Kontrola -pokryvnost	50,0	3,0		3,0	2,0	3,0	50,0	2,0	0,0	0,0
2013	Pulsar 40 0,6 l + Dash 0,5 l	68		97		100			100	35,7	27,3

2014	Pulsar 40 0,6 l + Dash 0,5 l	83	83				80	55		25,0	25,0
2015	Pulsar 40 0,7 l + Dash 0,5 l	67	64		33	100	23	53	35	11,7	8,3
	Průměr	73	74	97	33	100	52	54	68	24	20
2012	Basagran Super 1,6 l	93	83	45	100		35	40		32,5	10,0
2013	Basagran super 1,75 l	80		100		100			67	24,3	18,3
2014	Basagran super 1,75 l	81	62				50	65		23,0	24,0
2015	Basagran super 1,75 l	77	87		68	100	58	53	100	15,0	10,0
	Průměr	83	77	73	84	100	48	53	83	24	16
2012	Basagran 2,2 l	85	95	43	100		78	30		22,5	15,0
2013	Bentazone 2,2 l	58		100		100				11,7	2,0
2014	Bentazone 2,l	67	50				38	38		13,3	6,7
	Průměr	70	73	71	100	100	58	34		16	8
2012	Escort new 1,25 l	74	78	70	88		80	73		30,0	22,5
2013	Escort N 1,35 l	77		96		100			95	43,3	31,7
2013	Escort N 1,25 l + Dash 0,5 l	73		97		100				38,3	31,0
2014	Escort N 1,3 l	82	78				88	77		31,7	30,0
2015	Escort N 1, 5l	85	75		68	100	85	67	95	21,7	18,3
	Průměr	78	77	87	78	100	84	72	95	33	27
2012	BAS Corum 1,1 l + Dash 0,75 l	88	75	70	77		70	40		25,0	37,5
2013	BAS Corum 1 l + Dash 0,75 l	82		100		100			100	30,0	22,3
2014	BAS Corum 1 l + Dash 0,75 l	78	75				88	67		25,0	23,3
2015	BAS Corum 1 l + Dash 0,75 l	78	83		67	100	76	65	96	18,3	11,7
2015	BAS Corum 1,25 l + Dash 0,75 l	82	86		72	100	80	63	97	23,3	13,3
	Průměr	82	80	85	72	100	79	59	98	24	22
2012	Escort 1,1 l + Basagran 1,1 l	79	85	73	78		70	65		25,0	27,5
2013	Escort N 1,2 l + Basagran Super 1 l	78		100		100				33,3	25,0
2014	Escort N 1,2 l + Basagran Sup. 1 l	80	71				83	72		21,0	22,7
2015	Escort N 1,2 l + Basagran Super 1 l	89	88		75	100	87	72	96	35,0	20,0
	Průměr	81	81	87	76	100	80	69	96	29	24
2012	Lentagran WP 2 kg	78	60	82	13		90	55		27,5	15,0
2012	Escort new 1,1 l + Lentagran 1,25 kg	85	90	75	63		83	73		20,0	25,0
2012	Basagran 1,4 l + Lentagran 1,2 kg	76	90	78	55		100	30		31,3	25,0
2013	Pardner 1,35	90	72				55	75		71,7	75,0

Z kontaktních herbicidů se nejevil jako vhodný bromoxynil (Pardner), který v ročníku 2013 v dávce 1,35l/ha totálně poškodil plodinu - cca z 70-75%. Registrovaný pyridate (Lentagran WP 2 kg/ha) byl spíše slabě účinný, hlavně na merlíky a rdesno blešník.

Další zkoušené varianty byly převážně na bázi imazamoxu, případně jeho kombinací (zejména s pendimethalinem nebo bentazonem) Samotný imazamox se smáčedlem tween (Pulsar 40 0,6-0,75 l/ha) byl k jeteli alexandrijskému většinou krátkodobě slabě až středně fytotoxický, cca z 12-36%. U jeho kombinace s pendimethalinem Escort Nový (1-1,4l/ha) byla fytotoxicita poněkud vyšší, cca 22-43%. Projevovala u obou se převážně omezením růstu rostlin s tendencí opožďovat vývoj, případně snižovat kvetení.

Z hlediska účinnosti se v pokusech opakovaně vyskytovaly pouze plevelé uvedené v tabulce, několik běžných významnějších druhů se zde vyskytlo jen jednou a nejsou v tabulce (např. mák vlčí, laskavec, heřmánkovec, výdrol řepky, knotovka). U účinnosti bylo výhodou imazamoxu oproti bentazonu to, že spolehlivěji eliminoval laskavce, svízel, hluchavky, brukvovité vč. řepky, a Escort i rozrazil, violky, knotovku a jednoleté trávy. Vážnou slabinou těchto přípravků je kromě horší selektivity slabé působení na významné přezimující druhy, hlavně heřmánkovité, případně mák vlčí nebo lociku kompasovou, zejm. ve vyšších růstových stádiích.

Jako vhodnější se ukázal nově registrovaný kombinovaný přípravek imazamoxu s bentazonem BAS Corum (1-1,25l/ha) s použitím smáčedla (Dash HC-0,5-0,75l/ha), který kromě lepší selektivity dobře působí i na heřmánkovité a některé další plevelé. Vykazoval fytotoxicitu cca 18-30%. Smáčedlo se ukázalo jako potřebné pro dostatečnou účinnost na merlíky, případně ježatku a některé další druhy, přičemž selektivitu významně nezhoršovalo. Byla zkoušena i podobná kombinace snížených dávek Escortu Nového 1,1-1,2l/ha s bentazonem (Basagran Super 1-1,1l/ha), případně pyridate. Kombinace Escortu cca s bentazonem má dle dávky potenciál eliminovat i silnější zaplevelení širším spektrem plevelů, ve vyšších dávkách však bývá silněji fytotoxická.

Pokud se týče registrovaných možností ošetření jetele alexandrijského, i v pícních porostech je na dvouděložné registrován bentazon, případně pyridate. V semenných poprostech r. 2014 byl povolen imazamox s bentazonem (přípravek Corum). Escort Nový, registrovaný v rámci minoritního použití před několika lety, je výrazněji fytotoxický, jeho předností je oproti přípravku Corum lepší působení na trávovité ježatku, oves hluchý, bery, případně výdrol obilnin a oproti bentazonu lepší zvládání např. hluchavkovitých, rdesna ptačího, řepky, knotovek, rozrazilů a violek i poněkud přerostlých citlivých plevelů jako kokošky, ptačince a pod.

Závěr

Jak plyne z výsledků a stavu porostů u jednotlivých pokusných variant, část plevelů nebyla zpravidla dostatečně potlačena. Kromě samotných herbicidních ošetření je proto třeba respektovat základní preventivní agrotechnické způsoby regulace a hlavně vhodné ošetřování a využití porostů, zejména načasování a způsob sečení, které má někdy pro potlačení plevelů rozhodující význam. Samotná chemická ošetření herbicidy jsou u jetele alexandrijského často nedostatečná, i když mají na většinu plevelů dobrý účinek, protože obvykle dochází k jejich částečnému obrůstání nebo namnožení odolných druhů.

Dedikace

Výsledky byly získány za institucionální podpory na dlouhodobý koncepční rozvoj výzkumné organizace a projektu NAZV QJ 1510121

Použitá literatura

Pelikán J., Hýbl M. et al. (2012): Rostliny čeledi Fabaceae LINDL. (bobovité) České republiky. 1. vyd., Vydavatelství Ing. Petr Baštan, Olomouc, 230 s. ISBN 978-80-905080-2-6

Nedělník, J. a kol. (2010): Kapitoly z moderního pícninářství, rec., (7.4. Regulace plevelů v porostech vojtěšky a jetele lučního, 7.5. Regulace plevelů v netradičních pícninách), 2010

Šmahel, P., a kol. (2010): Regulace plevelů v nově zakládáných porostech jetelovin, Úroda 5/2010, s.77

Kontaktní adresa:

Ing. Petr Šmahel

Zemědělský výzkum, spol. s r. o., Troubsko, Zahradní 1, 664 41 Troubsko, smahel@vupt.cz

SKRINING ANTIFUNGÁLNÍHO POTENCIÁLU VODNÍCH VÝLUHŮ VYBRANÝCH ROSTLIN

Screening of antifungal potential of water extracts from selected plants

Žabka M., Pavela R.

Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i. Praha-Ruzyně

Abstrakt

Vodní extrakty celkem čtrnácti rostlin nebo jejich částí, které se běžně užívají jako koření nebo obecně jako pochutiny bylo užito při skriningové studii se zaměřením na antifungální vlastnosti. Inhibiční efekt byl testován na modelu čtyř vybraných patogenních a toxinogenních houbových druhů: *Fusarium oxysporum*, *Fusarium verticillioides*, *Aspergillus flavus* and *Aspergillus fumigatus* v souladu s jejich ekonomickým významem. Možnost užít některé testované rostlinné extrakty jako složku pesticidů na přírodní bázi byla indikována v případě pěti rostlinných druhů. Nejvíce efektivní vodní extrakty pocházely z druhů *M. fragrans*, *P. cupana*, *A. visnaga*, *C. cassia* a *E. caryophyllata*.

Klíčová slova: Vodní extrakt, antifungální aktivita, Patogenní houby, Toxinogenní houby, Přírodní pesticidy.

Abstract

Water extracts of fourteen selected plants or their parts often used as a spices or commonly as seasoning additives were used in screening assay for antifungal activity. Growth inhibitory effect was tested against four very important pathogenic and toxinogenic fungal species: *Fusarium oxysporum*, *Fusarium verticillioides*, *Aspergillus flavus* and *Aspergillus fumigatus* in accordance with their health and economic significance. Possibility to use some of plant extracts as a component of natural pesticide in a future was indicated in the case of five plant species. The most effective was extract of *M. fragrans*, *P. cupana*, *A. visnaga*, *C. cassia* a *E. caryophyllata*.

Keywords: Water extract, Antifungal activity, Pathogenic fungi, Toxinogenic fungi, Natural pesticides.

Úvod

Pokrok v oblasti environmentálně bezpečných fungicidů na bázi rostlinných extraktů nabývá v současnosti na významu. Biologická aktivita těchto extraktů je založena na obsahu biologicky aktivních látek, zahrnujících např. přirozené terpenoidy, fenoly a alkaloidy, které bývají obecně v rostlinách přítomny. Tyto sloučeniny společně nebo nezávisle vykazují různou antifungální aktivitu, která se projevuje měřitelnou inhibicí růstu houbových patogenů. Při volbě rostlin s potenciální využitelností pro přírodní fungicidy je potřeba volit druhy s vysokou účinností, ale i vysokou a ověřenou bezpečností pro člověka. Z tohoto důvodu se jeví soubor rostlin běžně užívaných např. jako koření velmi výhodné. (Žabka et al. 2009; 2013). Z hlediska produkce hygienicky nezávadných zemědělských komodit jsou houbové patogeny z rodu *Fusarium* a *Aspergillus* největším problémem díky produkci většiny nebezpečných mykotoxinů (Palumbo et al. 2008). Obecně jsou patogenní houby kontrolovány aplikací syntetických fungicidů. Syntetické fungicidy a jejich rezidua však představují riziko díky jejich přímé či nepřímé toxicitě. Posklizňové ošetření produktu při skladování může tak představovat riziko ještě vyšší. (Costa et al. 2008; Scordino et al. 2008; Singh et al. 2009; Zhi et al. 2015). Methanolová extrakce je díky extrakčnímu potenciálu rozpouštědla nejvíce prozkoumanou avšak nebývá vždy zcela prakticky nejvýhodnější. V této práci se náš tým zabýval právě naopak jednoduchou vodní extrakcí a tedy výluhem známých a používaných rostlin, speciálně jejich částí užívaných jako koření a částečně i známých pochutin. Potenciál účinku vodních výluhů byl jednotlivě hodnocen a porovnán na souboru čtyřech patogenů. V této práci bylo nalezeno více potenciálně účinných vodních výluhů, jejichž potenciál bude předmětem dalších výzkumů.

Materiál a metodika

Inhibiční vlastnosti testovaných rostlinných extraktů na myceliární růst hub byly testovány pomocí diluční metody. Rostlinné extrakty byly získány vodní extrakcí vybraných vzorků při počáteční teplotě 65°C. Extrakce byla prováděna po dobu 24 hod. Získané vodní výluhy byly důkladně rozpuštěny v bramboro dextrózovém agaru (PDA) v přesné základní koncentraci při teplotě pod 50°C. Základní koncentrace odpovídala v přepočtu ekvivalentu výluhu 1:10 droga:voda (w/w). Směs byla po té doplněna o agar a klávována při teplotě 105° po dobu 5 min. Kontrolní sada byla připravena přidáním ekvivalentního množství sterilní destilované vody. Připravené Petriho misky (9 cm) byly sterilně naočkovány pomocí myceliárních disků (0,4 cm) odebraných z okrajů 7 denních povrchových kultur cílových hub. Kultivace probíhala po dobu 7 dní, při teplotě 21°C. Následné srovnání průměru kolonií v porovnání s kontrolními sety bylo převedeno na procentuální vyjádření inhibičního potenciálu. Hodnoty vykazující vyšší hodnoty inhibice než 50% a to více než na jednu patogenní houbu byly vybrány jako efektivní a zajímavé pro další výzkum. Seznam vybraných rostlinných druhů pro základní skrining antifungálního potenciálu vodních extraktů je uveden v Tab. 1. Testované cílové druhy hub spolu s původem izolace jsou uvedeny v Tab. 2.

Tab. 1: Rostlinné druhy použité při základním skriningu antifungálních vlastností

Druh	Sbíraná část	Obecný termín
<i>Laurus nobilis</i>	Listy	Bobkový list
<i>Cymbopogon citratus</i>	Listy	Citronová tráva
<i>Eucalyptus citriodora</i>	Nadzemní část	Eukalyptus
<i>Lycium chinense</i>	Plody	Goji – kustovce
<i>Paullinia cupana</i>	Plody	Guarana
<i>Eugenia caryophyllata</i>	Semena	Hřebíček
<i>Capsicum Chinenses</i>	Plody	Chilli
<i>Curcuma longa</i>	Kořen	Kurkuma
<i>Lavandula angustifolia</i>	Květ	Levandule květ
<i>Glycyrrhiza glabra</i>	Kořen	Lékořice
<i>Myristica fragrans</i>	Semenné pouzdro	Muškatový květ
<i>Ammi visnaga</i>	Plody	Pakmín visnaga
<i>Citrus sinensis</i>	Plody (nezralé)	Pomeranč nezralý plod
<i>Cinnamomum cassia</i>	Kůra	Skořice

Tab. 2: Cílové patogenní a toxinogenní druhy hub

Houbový druh	Status a významnost houby	zdroj izolace
<i>Fusarium oxysporum</i>	rostlinný patogen, toxinogen, kontaminant	napadená kukuřice
<i>Fusarium verticillioides</i>	rostlinný patogen, toxinogen, kontaminant	napadená kukuřice
<i>Aspergillus flavus</i>	toxinogenní, kontaminant potravin	skladovaná kukuřice
<i>Aspergillus fumigatus</i>	toxinogenní, lidský patogen, kontaminant	skladovaná kukuřice

Výsledky a diskuse

Výsledky potvrzují, že v rámci testovaných rostlinných výluhů (Tab. 1.) došlo k vysokému stupni diferenciaci na skupinu s významnou (nad 50%) až absolutní inhibicí tj. (*M. fragrans*, *P. cupana*, *A. visnaga*, *C. cassia* a *E. caryophyllata*) bez významného inhibičního efektu (*L. angustifolia*, *C. longa*) či dokonce s efektem, který se projevoval podporou radiálního růstu nejvíce odolného patogena *A. flavus* (*C. Chinenses*, *C. sinensis* *G. glabra*, *E. citriodora*) nebo i více cílových a to i méně odolných patogenů (*C. citratus*, *L. nobilis* *L. chinense*). Tento efekt bývá mnohdy též pozorován a je spojen s výluhem vodorozpustných polárních látek např. různých cukrů a solí bez výluhu látek účinných. Ty buď v rostlinných pletivech nejsou přítomny, nebo mají omezenou rozpustnost ve vodě. Odolnost *A. flavus* byla již pozorována i

v jiných pracích (Zabka et al 2013). Z výsledků práce však vyplynulo a bylo označeno jako efektivní celkem 5 z celkového souboru testovaných rostlin (Tab. 3.). Tyto extrakty byly dále vybrány jako efektivní a vhodné pro následné experimenty, které budou uskutečněny v naší následné práci. Jako nejefektivnější z hlediska inhibičního efektu i z hlediska účinnosti na všechny vybrané cílové patogeny se ukázaly extrakty z *C. cassia* a *E. caryophyllata*. Oba druhy jsou hojně lidově užívány pro různé účely a to i kulinářské. Také oba tyto rostlinné druhy obsahují velmi podobnou skladbu účinných přírodních sloučenin (Mayaud et al 2008; Wang et al 2005) Látky s antimykotickým potenciálem, které mohou, byť některé částečně, přecházet do vodního výluhu jsou např. terpenoidní látky borneol, terpineol nebo neral. Velmi účinný, i když ve vodě slabě rozpustný jsou také eugenol a cinnamyl acetát. Významnou složkou především u *C. cassia* nebo *A. visnaga* jsou přírodní kumariny. I mnoho dalších studií je zaměřeno na přírodní kumariny. Ty bývají často popisovány z hlediska jejich antifungální aktivity. (Adams et al. 2009; Sardari et al. 2000)

Tab. 3: Inhibiční efekt vodních rostlinných výluhů na radiální růst patogenů

Testovaná rostlina	Inhibice růstu patogenů (uváděno v % inhibice)			
	<i>Fusarium oxysporum</i>	<i>Fusarium verticillioides</i>	<i>Aspergillus flavus</i>	<i>Aspergillus fumigatus</i>
<i>Cymbopogon citratus</i>	-7,46 ± 0,00	-31,14 ± 0,00	-69,7 ± 0,00	-0,74 ± 0,37
<i>Laurus nobilis</i>	-0,75±0,00	0,66±0,14	-21,21±0,00	15,56±0,00
<i>Lycium chinense</i>	-14,18 ± 0,00	-1,32 ± 0,00	-0,39 ± 0,00	-24,44 ± 0,00
<i>Capsicum Chinenses</i>	1,49 ± 0,00	1,18 ± 0,00	-13,04 ± 0,12	8,89 ± 0,00
<i>Citrus sinensis</i>	12,69 ± 0,00	4,64 ± 0,00	-2,42 ± 0,00	8,89 ± 0,00
<i>Glycyrrhiza glabra</i>	8,21 ± 0,00	12,58 ± 0,00	-6,06 ± 0,00	26,67 ± 0,00
<i>Eucalyptus citriodora</i>	23,88 ± 0,24	28,48 ± 0,21	-27,27 ± 0,00	4,44 ± 0,00
<i>Lavandula angustifolia</i>	37,31 ± 0,00	47,68 ± 0,05	7,04 ± 0,00	12,89 ± 0,00
<i>Curcuma longa</i>	34,93 ± 0,00	40,40 ± 0,00	10,20 ± 0,09	37,78 ± 0,00
<i>Myristica fragrans</i>	50,75 ± 0,00	42,38 ± 0,00	42,42 ± 0,00	60,74 ± 0,05
<i>Paullinia cupana</i>	41,79 ± 0,00	52,98 ± 0,00	81,82 ± 0,00	95,56 ± 0,00
<i>Ammi visnaga</i>	64,18 ± 0,00	66,23 ± 0,08	50,38 ± 0,14	86,67 ± 0,00
<i>Cinnamomum cassia</i>	100 ± 0,00	100 ± 0,00	100 ± 0,00	100 ± 0,00
<i>Eugenia caryophyllata</i>	100 ± 0,00	100 ± 0,00	100 ± 0,00	100 ± 0,00

Závěr

V této práci se podařilo porovnat a prokázat účinnost jednoduše a prakticky realizovatelných vodních extraktů z různých částí velice známých rostlinných druhů. Mnohé jsou historicky ověřené jako koření či jiné pochutiny, používané lidmi pro různé léčivé, povzbuzující a také často kulinářské účely. Podařilo se prokázat, že i velice jednoduchou vodní extrakcí do výluhu je možno dosáhnout vysokého antifungálního efektu. Na rozdíl od vědecky prozkoumané klasické extrakce methanolem nebo jinými organickými a často drahými rozpouštědly je princip vodního výluhu daleko bezpečnější. I když mnohé účinné látky mají daleko větší potenciál extrakce organickými rozpouštědly, v této práci jsme prokázaly, že extrakce do vody může poskytovat dostatečnou antifungální účinnost. Mezi pěti účinnými vodními extrakty dva prokázaly účinnost absolutní, a to na všechny vybrané patogenní druhy. Bude potřeba hlouběji prozkoumat účinnost napříč daleko širším spektrem hub. Následná práce by měla směřovat k výzkumu minimálních inhibičních koncentrací s následnou možností výskytu synergismu, při různých kombinacích testovaných extraktů. Dále pak dalších méně známých substancí obsažených v těchto rostlinných extraktech a potenciálnímu vývoji složek komerčních, ekologicky přijatelných antifungálních preparátů s vysokou účinností na cílové patogeny a vysokou bezpečností pro člověka a ekosystém.

Dedikace

Tato práce byla financována z následujícího výzkumného projektu: TA04020103

Použitá literatura

- Adams M., Berset C., Kessler M., Hamburger M. (2009) Medicinal herbs for the treatment of rheumatic disorders-A survey of European herbals from the 16th and 17th century. *J Ethnopharmacol* 121:343-359.
- Costa L.G., Giordano G., Guizzetti M., Vitalone A. (2008) Neurotoxicity of pesticides: a brief review. *Front Biosci* 13:1240-1249.
- Mayaud L., Carricajo A., Zhiri A., Aubert G (2008) Comparison of bacteriostatic and bactericidal activity of 13 essential oils against strains with varying sensitivity to antibiotics. *Letters in Applied Microbiology* 47: 167-173.
- Palumbo J.D., O'Keeffe T.L., Abbas, H.K. (2008) Microbial interactions with mycotoxigenic fungi and mycotoxins. *Toxin Rev* 27:261-285.
- Scordino M., Sabatino L., Traulo P., Gagliano G., Gargano M., Panto V., Gambino GL. (2008) LC/MS/MS detection of fungicide guazatine residues for quality assessment of commercial citrus fruit. *Eur Food Res Technol* 227:1339-1347.
- Singh P., Kumar A., Dubey NK., Gupta R. (2009) Essential Oil of *Aegle marmelos* as a Safe Plant-Based Antimicrobial Against Postharvest Microbial Infestations and Aflatoxin Contamination of Food Commodities. *J Food Sci* 74:302-307.
- Sardari S., Nishibe S., Daneshtalab M. Coumarins, the bioactive structures with antifungal property, In: Atta-ur-Rahman, Editor(s), *Studies in Natural Products Chemistry*, Elsevier, 2000, Volume 23, 335-393
- Wang S., Chen P., Chang S. (2005) Antifungal activities of essential oils and their constituents from indigenous cinnamon leaves against wood decay fungi, *Bioresource Technology*, Volume 96, Issue 7, May 2005, 813-818
- Zabka M., Pavela R., Slezakova L. (2009): Antifungal effect of *Pimenta dioica* essential oil against dangerous pathogenic and toxinogenic fungi, *Industrial Crops and Products* 30: 250–253.
- Zabka M., Pavela R. (2013): Antifungal efficacy of some natural phenolic compounds against significant pathogenic and toxinogenic filamentous fungi, *Chemosphere* 93: 1051-1056.
- Žabka M., Pavela R., Sumíková T., (2013): Testování antifungálních vlastností vybraných rostlinných extraktů. *Úroda*, 62(12,věd.př.): 248-251
- Zhi C, Guang Y. (2015): Occurrence, fate and ecological risk of five typical azole fungicides as therapeutic and personal care products in the environment: *Environ. Int.* 84: 142-153

Kontaktní adresa:

Ing. Martin Žabka, Ph.D.
Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i.
Drnovská 507, Praha6 -Ruzyně
e-mail: zabka@vurv.cz

VLIV A ANTIFUNGÁLNÍ POTENCIÁL VYBRANÝCH ORGANICKÝCH LÁTEK A BĚŽNĚ UŽÍVANÝCH KONZERVANTŮ NA MODELOVÉ PATOGENNÍ HOUBY

Influence and antifungal potential of selected organic compound and commonly used preservatives on model pathogenic fungi

Žabka M. a Pavela R.

Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i. Praha-Ruzyně

Abstrakt

Jednoduché organické látky, které jsou běžně a hojně v praxi používány např. jako desinfektanty, konzervanty nebo antioxidanty, byly vybrány pro jednoduchou skríningovou studii zaměřenou přímo na porovnání úrovně antifungálního inhibičního potenciálu. Většina testovaných látek byla vybrána pro svůj přírodní původ, předpokládanou účinnost nebo chemickou molekulární podobnost s látkami s ověřeným efektem. Pro srovnání byl začleněn i běžně používaný methylparaben, jako jediná látka syntetického původu. Experimentálně byla potvrzena efektivní účinnost nad 50% pouze u třech testovaných látek. Zbývající látky byly překvapivě vyhodnoceny spíše jako neúčinné proti cílovým patogenním houbám. Experiment byl realizován na vzorku třech vybraných modelových hub, významných v zemědělské oblasti: *Monillia fructigena*, *Botrytis cinerea* a *Penicillium expansum*.

Klíčová slova: Přírodní látky, Antifungální aktivita, Patogenní houby, Toxinogenní houby, Botanické fungicidy.

Abstract

Simple organic substances, commonly used in practice e.g. as disinfectants, preservatives, or antioxidants, have been selected for simple screening study aimed directly at the level of the antifungal inhibitory potential. Most of the tested compounds were selected for their natural origin, the anticipated effectiveness and molecular similarity with known antifungal substances. For comparison, a methylparaben was implemented as the only compound of synthetic origin. Experimentally it was confirmed efficiency of above 50% only in the three test substances. The remaining compounds were evaluated surprisingly ineffective against targeted pathogenic fungi. The experiment was conducted on a sample of three selected significant fungi: *Monillia fructigena*, *Botrytis cinerea* and *Penicillium expansum*.

Keywords: Natural substances, Antifungal activity, Pathogenic fungi, Toxicogenic mushrooms, botanical fungicide.

Úvod

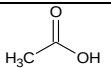
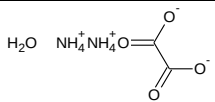
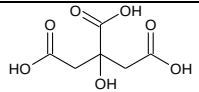
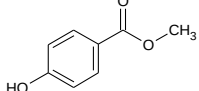
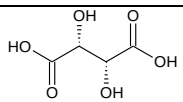
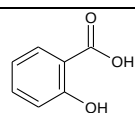
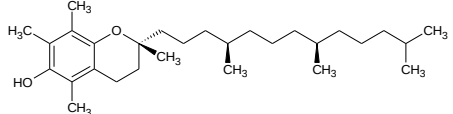
V rutinní praxi jsou patogenní houby kontrolovány aplikací syntetických fungicidů. Syntetické fungicidy a jejich rezidua však představují riziko díky přímé či nepřímé toxicitě (Costa et al. 2008; Scordino et al. 2008; Zhi et al. 2015). Posklizňové ošetření produktu při skladování může tak představovat riziko ještě vyšší (Singh et al. 2009; Dalvie et al. 2006). Na rozdíl od jiných škodlivých biogenních vlivů vyvstává u houbových patogenů další rozměr škodlivosti, kterým je produkce toxických a extrémně nebezpečných sekundárních metabolitů (Niessen et al. 2007). Tyto nebezpečné metabolity, jejichž biologická aktivita je stále předmětem dalšího výzkumu, jsou součástí dnes již samostatně profilované problematiky (Žabka et al., 2002; 2008). Moderní alternativou omezování výskytu škodlivých hub může být v současnosti i použití tzv. botanických fungicidů. Vývoj v oblasti těchto environmentálně bezpečných přípravků na bázi rostlinných extraktů nabývá v současnosti na významu (Žabka et al., 2014). Biologická aktivita těchto extraktů je způsobena a ovlivněna přirozeným obsahem biologicky aktivních látek, zahrnujících např. přirozené terpenoidy, fenoly a alkaloidy, které bývají obecně v rostlinách přítomny (Žabka et al., 2009). Dalším zajímavým směrem se jeví výzkum možnosti využívání známých základních látek s antifungálním

potenciálem, které mohou sami dobře potlačovat růst škodlivých hub, ale také sloužit jako doplňková podpůrná složka potenciálních botanických pesticidů s možným synergickým efektem. Tato práce byla zaměřena na přímý účinek jednoduchých známých látek na růst patogenních a toxigenních hub. Vybrané látky jsou pro svou minimální toxicitu užívány pro konzervaci potravin, kosmetických výrobků, nebo jako antioxidanty. Zde v této práci, jsme jednoduchou screeningovou studií mohli zmapovat jejich inhibiční potenciál na modelu třech významných houbových patogenů a také potenciálních kontaminantů uskladněných zemědělských produktů.

Materiál a metody

Inhibiční vlastnosti testovaných látek na myceliární růst hub byly testovány pomocí diluční metody. Vybrané základní látky (Sigma-Aldrich, p.a. čistota) byly důkladně rozpuštěny v bramboro dextrózovém agaru (PDA) v přesně dané koncentraci 2 mg.ml^{-1} , při teplotě pod 50°C . Kontrolní sada byla připravena přidáním ekvivalentního množství adekvátního rozpouštědla (voda/methanol). Připravené Petriho misky (9 cm) byly sterilně naočkovány pomocí myceliárních disků (0,4 cm) odebraných ze 7 denních povrchových kultur cílových hub. Kultivace probíhala po dobu 7 dní, při teplotě 21°C . Následné srovnání průměru kolonií v porovnání s kontrolními sety bylo převedeno na procentuální vyjádření inhibičního potenciálu. Seznam vybraných látek pro základní screening je uveden v **Tab. 1**. Testované cílové druhy hub spolu s původem izolace jsou uvedeny v **Tab. 2**.

Tab. 1: Vybrané látky použité při základním skriningu antifungálních vlastností

Látka	Funkční / sumární vzorec	Strukturální vzorec
kyselina mravenčí	HCOOH	
kyselina octová	CH_3COOH	
šřavelan diamonný	$(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	
kyselina citronová	$\text{C}_3\text{H}_5\text{O} \cdot (\text{COOH})_3$	
methylparaben	$\text{CH}_3(\text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})\text{COO})$	
kyselina vinná	$\text{HOOCCH}(\text{OH})\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}$	
kyselina salicylová	$\text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})\text{COOH}$	
tokoferol (vit. E) směs izomerů	$\text{C}_{29}\text{H}_{50}\text{O}_2$	

Tab. 2: Cílové patogenní a toxinogenní druhy hub

Houbový druh	Status a významnost houby	zdroj izolace
<i>Monillia fructigena</i>	patogen, poškození plodů před i po sklizni	jablko, skládková hniloba, léze
<i>Botrytis cinerea</i>	patogen, poškození plodů před i po sklizni	jablko, skládková hniloba, léze
<i>Penicillium expansum</i>	rostlinný patogen, toxinogen, běžný kontaminant	jablko, skládková hniloba, léze

Výsledky a diskuse

Antifungální aktivita testovaných látek (Tab. 1.) byla překvapivě prokázána pouze v části vybraného souboru (Tab. 3). Mezi účinné látky, dle primárního předpokladu, lze zahrnout methylparaben, kyselinu salicylovou a kyselinu octovou. U této skupiny se potvrdil náš předpoklad vysoké účinnosti, neboť všechny tyto látky bývají u nás ve světě používány jako desinfekční nebo konzervační přísady v potravinářství nebo kosmetice (Russel 2003). Pouze u kyseliny octové byl u jednoho specifického patogena efekt pouze 50%, což považujeme za hranici efektivní účinnosti. Neočekávaně nízký inhibiční efekt jsme však pozorovali u ostatních látek. Ty byly vybrány na základě chemické podobnosti s těmito účinnými a/nebo proto, že jsou rovněž používány jako konzervanty či jako antioxidanty. V této skupině byla účinnost hluboce pod hranicí (50%). Pro naše další účely výzkumu např. v oblasti synergicky a funkčně působících přísad botanických fungicidů jsou však zvažovány vždy pouze látky dosahující $\geq 50\%$ inhibice patogenů. Methylparaben je v současné době sice běžně užíván, nicméně skupina parabenů jako celek je díky zjištění rizik u některých vyšších parabenů negativně vnímána laickou veřejností (Soni et al. 2002). Kyselina salicylová je díky svému rostlinnému původu (Singer et al. 2003) a srovnatelné efektivitě daleko více zajímavou látkou. Stejně tak zcela běžná přírodní látka jakou je účinná kyselina octová. Zajímavý je pokles efektu kys. octové u jednoho z patogenů. Ten si vysvětlujeme pH tolerancí a specializací *P. expansum*. Tyto tři základní látky jsou nyní vybrány pro další hlubší experimenty s cílem stanovit základní inhibiční nebo fungicidní koncentrace na hladinách MIC₅₀ MIC₁₀₀. Tyto výsledky budou uplatněny v dalších rozsáhlejších pracích a poslouží jako selekční kritéria pro výzkum základních látek použitelných v ochraně rostlin, nebo rostlinných či potravinářských produktů (Zabka et al., 2013).

Tab. 3: vlastní antifungální efekt vyjádřený inhibicí radiálního růstu modelových patogenů

Testovaná rostlina	Inhibiční efekt neúčinnějších rostlinných extraktů na růst patogenů v dávce 2 mg.ml ⁻¹ (v %)		
	<i>Monillia fructigena</i>	<i>Botrytis cinerea</i>	<i>Penicillium expansum</i>
kyselina mravenčí	3,88±0,47	4,63±0,09	19,44±0,05
kyselina octová	100,00±0,00	100,00±0,00	52,00±0,00
šťavelan diamonný	33,02±0,00	11,11±0,08	21,48±1,47
kyselina citronová	31,78±0,05	0,00±0,00	23,15±0,00
methylparaben	100,00±0,00	100,00±0,00	100,00±0,00
kyselina vinná	0,00±0,00	3,88±0,05	3,56±0,05
kyselina salicylová	100,00±0,00	100,00±0,00	100,00±0,00
tokoferol, směs izomerů	23,26±1,41	0,00±0,00	1,85±0,09

Závěr

V této práci byl jednoduchou skríningovou metodou vyhodnocen potenciál účinnosti různých jednoduchých látek. Pro další použití především v oblasti výzkumu a vývoje botanických pesticidů byly pouze 3 z celkového souboru 8 vybraných látek vyhodnoceny jako prakticky použitelné. Tyto látky byly shledány efektivní v případě všech modelových patogenních druhů. V dalších experimentech se nyní zabýváme hlouběji sledovanou antifungální aktivitou zkoumanou napříč daleko širším spektrem hub. Následné práce by měly směřovat k přímé použitelnosti těchto látek v různých modelových podmínkách a dále k potenciálnímu vývoji

složek komerčních ekologicky přijatelných antifungálních preparátů s vysokou účinností na cílové patogeny a vysokou bezpečností pro člověka a ekosystém.

Dedikace

Tato práce byla financována z projektu MZERO0414.

Použitá literatura

- Costa LG, Giordano G, Guizzetti M, Vitalone A (2008) Neurotoxicity of pesticides: a brief review. *Front Biosci* 13:1240-1249.
- Dalvie D, Smith E, Deese A, Bowlin S (2006) In vitro metabolic activation of thiabendazole via 5-hydroxythiabendazole: Identification of a glutathione conjugate of 5-hydroxythiabendazole. *Drug Metab Disposition* 34:709-717.
- Niessen L (2007) PCR-based diagnosis and quantification of mycotoxin producing fungi. *Int J Food Microbiol* 119:38-46.
- Russell, N. J., & Gould, G. W. (Eds). (2003). *Food preservatives*. Springer Science&Business Media. ISBN 978-0-387-30042-9
- Scordino M, Sabatino L, Traulo P, Gagliano G, Gargano M, Panto V, Gambino GL (2008) LC/MS/MS detection of fungicide guazatine residues for quality assessment of commercial citrus fruit. *Eur Food Res Technol* 227:1339-1347.
- Singer A.C., Crowley D.E., Thompson I.P., (2003) Secondary plant metabolites in phytoremediation and biotransformation, *Trends in Biotechnology* 21(3): P 123-130.
- Singh P, Kumar A, Dubey NK, Gupta R (2009) Essential Oil of *Aegle marmelos* as a Safe Plant-Based Antimicrobial Against Postharvest Microbial Infestations and Aflatoxin Contamination of Food Commodities. *J Food Sci* 74:302-307.
- Soni MG, Taylor SL, Greenberg NA, Burdock GA (2002). "Evaluation of the health aspects of methyl paraben: a review of the published literature". *Food Chem.Toxicol.* 40 (10): 1335–73.
- Žabka M., Jegorov A. (2002): Návrat houby, jež dala vzniknout jménu trichotheceny, *Chemické listy* 96: 607-610.
- Zabka M. (2008): Less known secondary metabolites of pathogenic fungi: Vědecká příloha časopisu *Úroda*—Aktuální poznatky v pěstování, šlechtění, ochraně rostlin a zpracování produktů, 317-321.
- Zabka M., Pavela R., Slezakova L. (2009): Antifungal effect of *Pimenta dioica* essential oil against dangerous pathogenic and toxinogenic fungi, *Industrial Crops and Products* 30: 250–253.
- Zabka M., Pavela R., Prokinova E. (2014): Antifungal activity and chemical composition of twenty essential oils against significant indoor and outdoor toxigenic and aeroallergenic fungi
- Zabka M., Pavela R. (2013): Antifungal efficacy of some natural phenolic compounds against significant pathogenic and toxinogenic filamentous fungi, *Chemosphere* 93: 1051-1056.
- Zhi C, Guang Y. (2015): Occurrence, fate and ecological risk of five typical azole fungicides as therapeutic and personal care products in the environment: *Environ. Int.* 84:142-153.

Kontaktní adresa:

Ing. Martin Žabka, Ph.D

Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i.

Drnovská 507, Praha6 -Ruzyně

e-mail: zabka@vurv.cz

VLIV RŮZNÝCH TRAVNÍCH SMĚSÍ NA PŮDNÍ INFILTRACI**Influence of different grass mixtures on soil infiltration****Badalíková B.¹, Novotná J.¹, Vymyslický T.¹, Červinka J.², Pospíšil J.²**¹*Zemědělský výzkum, spol. s r.o. Troubsko*²*Mendelova univerzita v Brně***Abstrakt**

Na třech odlišných stanovištích hrází rybníků byla sledována v letech 2012 – 2014 infiltrační schopnost půdy u třech variant s různým složením travních směsí, a sice: 1. varianta – směs pro extenzivní sucho, 2. varianta – směs pro extenzivní zátěž, 3. Varianta – směs pro intenzivní vlhko. Dosavadní výsledky ukázaly nejlepší infiltrační schopnost půdy u varianty 1 na stanovištích s lehčí půdou a na stanovišti s těžší půdou u varianty 3. Travní směs pro extenzivní sucho byla zjištěna jako vhodnější pro vsak vody do půdy.

Klíčová slova: hráze rybníků, vsak vody, travní směsi

Abstract

The infiltration capacity of soil in pond dikes has been monitored in three different localities in years 2012 – 2014. There were altogether three experimental variants of monitored grass mixtures, viz. Variant 1 – a mixture for extremely dry conditions; Variant 2 - a mixture for extensive conditions and Variant 3 – a mixture for extremely wet conditions. Until now, the best infiltration capacity of soil was observed in Variant 1 in all localities, with lighter soil and in Variant 3 with heavier soil. It was also found out that the grass mixture for extensively dry conditions enabled more suitable infiltration into the soil.

Keywords: fishpond dykes, infiltration, grass mixtures

Úvod

Tělo hráze a podloží se obecně skládají z materiálů se širokým rozsahem velikostí zrn, vlastností a vrstevnatost půdy musí být přesně odhadnuta, aby bylo možno předpovídat mechanickou stabilitu a infiltraci vody břehů. Také je potřeba znát pevnost a obsah vody v půdě hráze. Tyto parametry jsou obvykle zjišťovány pomocí penetrometrických měření, vyvrtáním vzorků a jejich následným laboratorním testováním (Gliński, J., Lipiec, J.; 1990). Také bylo zjištěno, že kořenový systém biomasy v horních vrstvách půdy zvyšuje utužení půdy a ve spodních vrstvách utužení snižuje (Takashi T., Yamamoto T. 2010). Anderson a kol. (2010) po vytvoření a zprovoznění hráze rybníku zjistili, že deště způsobují její erozi, proto stabilizovali písčné svahy hrází osevem trav spolu s leguminózou. Také další autoři Pohl C., Vavrina L. (2008) konstatují, že odolnost hrází vůči hydrodynamickým vlivům během dešťů je založena na funkční interakci pískového jádra, soudržné vrstvy a pokryvem drnu. V příspěvku je hodnocen vsak vody do půdy v souvislosti protierozní ochrany různých travních směsí na hrázích rybníků na třech odlišných lokalitách.

Materiál a metody

Hodnocení hrází rybníků probíhalo od roku 2012 do roku 2014 na třech lokalitách: Soboňky u Hodonína – rybník Rohatec, Křižanov – Podhorský rybník a Stálkov u Slavonic – rybník Horní Šatlava. Všechny tři lokality se vyznačují ruderalizovaným porostem na březích rybníků, které nejsou efektivně obhospodařované a využívány.

Hodnocené varianty s různými vysetými směskami:

Varianta 1 – směska pro extenzivní sucho – 20 % Jílek vytrvalý Ahoj, 40 % Kostřava červená Reverent, 23 % Kostřava ovčí Ridu, 15 % Lipnice luční Balin, 2 % Jetel plazivý Klement

Varianta 2 – směska pro extenzivní zátěž – 38 % Jílek vytrvalý Ahoj, 40 % Kostřava rákosovitá Asterix, 20 % Lipnice luční Balin, 2 % Jetel plazivý Klement

Varianta 3 – směska pro intenzivní vlhko – 32 % Mezirodový hybrid kostřavovitý typ Fojtan, 20 % Jílek vytrvalý Jonas, 25 % Bojínek luční Alma, 10 % Lipnice luční Balin, 10 % Jetel luční Suez, 3 % Jetel plazivý Jura

Charakteristika sledovaných lokalit:

Rybník Rohatec leží v teplé klimatické oblasti v oblasti Dolnomoravského úvalu. Okolí rybníka tvoří borové lesy, které byly vysázeny za účelem zpevnění vátých písků vyskytujících se v této oblasti. Břehy rybníka nejsou pravidelně koseny, pouze hráz a její koruna je pravidelně sečena. Rybník byl založen okolo roku 1950. Zrnitostně se řadí zemina na této hrázi mezi písčité půdy.

Podhorský rybník leží v teplejší části Českomoravské vrchoviny. Okolí rybníka tvoří pole s intenzivní zemědělskou výrobou. Břehy rybníka nejsou pravidelně sečeny, je kosena pouze koruna hráze, kde vede polní cesta. Splach živin z okolních polí má za následek eutrofizaci rybníka a břehových porostů. Hráz rybníku je záhozová – balvanitá - s těsnicí maskou vyplněná hlínou a maznicí, která je zřízena ukládáním a hutněním jednotlivých vrstev zeminy. Hráz je stabilní, částečně průsaková. Rybník je zhruba 300 let starý. Zrnitostně se řadí zemina na této hrázi mezi hlinité-jílovitohlinité půdy.

Rybník Horní Šatlava leží v chladnější části Českomoravské vrchoviny na okraji oblasti zvané Česká Kanada. Okolí rybníka tvoří smíšené lesy, pole a chatová oblast. Hráz je sypaná (původně homogenní, dnes v některých částech s těsnicím jádrem kvůli opravám po činnosti ondater a opravám celkově). Původní hráz je cca z roku 1604, oprava hráze proběhla v letech 2010 - 2011. Zrnitostně se řadí zemina na této hrázi mezi písčité-hlinitopísčité půdy.

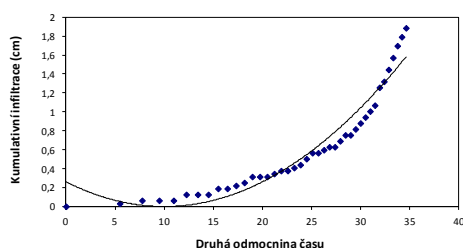
U všech rybníků jde o antropogenní půdy uměle vzniklé lidskou činností.

Měření infiltrace bylo prováděno pomocí minidisku. Minidiskový infiltrometr umožňuje nastavit a po dobu měření udržovat mírný podtlak na jeho spodním okraji v rozsahu tlakových výšek -0.5 cm až -6 cm. Výsledkem měření je časová posloupnost zainfiltrovaných objemů vody. Měření bylo zaznamenáváno každých 30 s po dobu minimálně 0,5 hod., a to ve třech opakováních, na začátku a na konci vegetace.

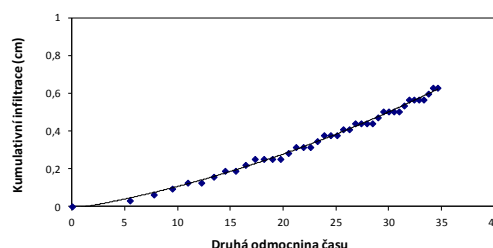
Výsledky a diskuse

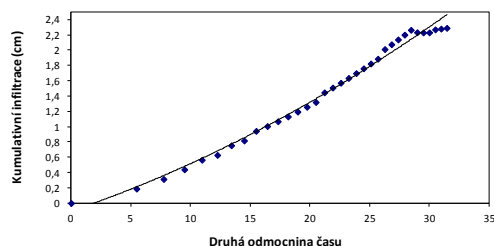
Počáteční měření infiltrace v roce 2012 (grafy 1 – 3) ukazuje na vsakovací schopnost půdy na sledovaných lokalitách. Z měření infiltrace je patrná rozdílná charakteristika návozu a zrnitostní složení hrází. Nejlepší infiltrační schopnost byla zaznamenána na hrázi rybníku Rohatec (graf 1) a nejhorší na jílovité hrázi rybníku Podhorský (graf 2).

Graf 1. Infiltrace – podzim 2012, rybník Rohatec



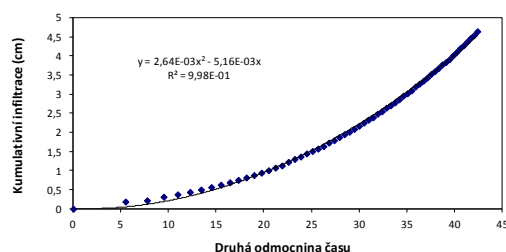
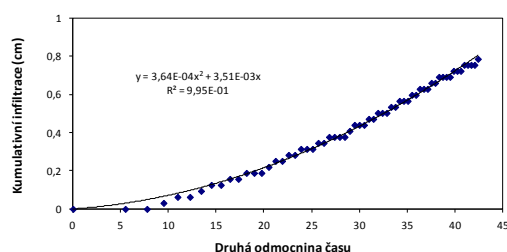
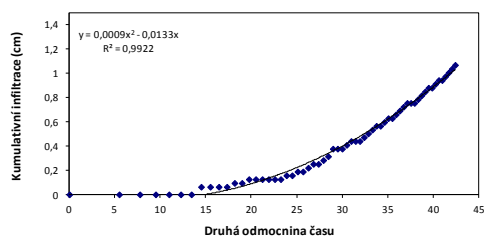
Graf 2. Infiltrace – podzim 2012, Podhorský rybník



Graf 3. Infiltrace – podzim 2012, rybník Horní Šatlava

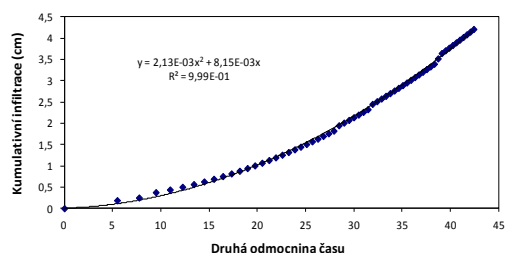
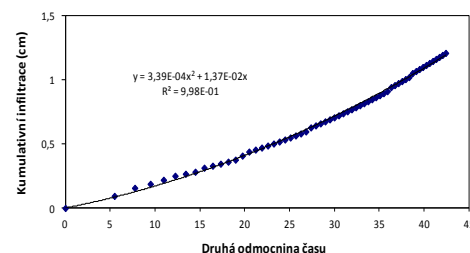
V roce 2013 byla měřena infiltrace již po založení variant s různými zasetými směsmi, a sice na začátku a na konci vegetace. Infiltrace se lišila dle půdních a klimatických podmínek hrází rybníků. Na konci vegetace byly hráze nasyceny vodou díky trvalejším deštům a proto i infiltrace byla nižší na všech lokalitách. Nejvyšší infiltrace byla zaznamenána na hrázi rybníku Horní Šatlava (graf 4) a nejnižší na rybníku Podhorský (graf 5) u var. 1, kde byla zjištěna nejvíce utužená půda na hrázi.

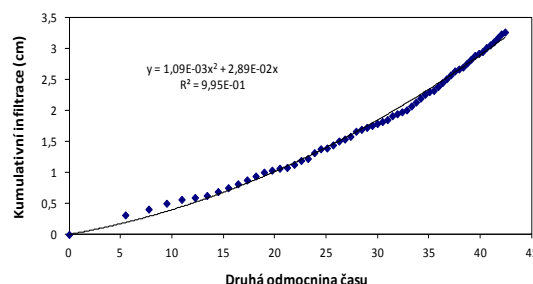
Výsledky z lokality Rohatec ukázaly na konci vegetace také nižší infiltraci (graf 6). V průměru roku byla nejvyšší infiltrace u varianty 1 a nejnižší u varianty 3.

Graf 4. Infiltrace – konec vegetace 2013, rybník Horní Šatlava – var. 1**Graf 5.** Infiltrace – konec vegetace 2013, Podhorský rybník – var. 1**Graf 6.** Infiltrace – konec vegetace 2013, rybník Rohatec – var. 1

V roce 2014 byl však vody do půdy ovlivněn průběhem počasí v tomto roce, kdy byly zaznamenány vyšší dešťové srážky cca od července do pozdního podzimu. Na lokalitě rybníku Rohatec byl zaznamenán nejvyšší vsak vody na začátku vegetace u varianty 3 (graf 7) a na konci vegetace u varianty 1.

Na hrázi rybníku Podhradský se projevil již zmíněné časté dešťové srážky zvláště na konci vegetačního období. Nejvyšší infiltrace na začátku vegetace i na konci vegetace byla zjištěna u varianty 3, nejnižší pak u varianty 2 (graf 8). Na lokalitě Horní Šatlava byl zjištěn nejvyšší vsak vody na konci vegetace u varianty 3 (graf 9).

Graf 7. Infiltrace – začátek vegetace 2014, rybník Rohatec – var. 3**Graf 8.** Infiltrace – konec vegetace 2014, Podhorský rybník – var. 2

Graf 9. Infiltrace – konec vegetace 2014, rybník Horní Šatlava – var. 3**Závěr**

Ze získaných výsledků bylo zjištěno, že směs pro extenzivní sucho (var. 1) podporovala vyšší infiltraci do půdy na sušších lokalitách s lehčím zrnitostním složením hrází, kdežto na vlhčím stanovišti byla vyšší infiltrace u směsky pro intenzivní vlhko (var. 3). Pokud došlo vlivem vyšší srážkové činnosti k vyšší nasycenosti půdy vodou, pak docházelo k nižší infiltraci na všech hrázích.

Dedikace

Příspěvek vznikl s podporou MZe ČR projektu č. QJ1220029 „Zakládání a údržba porostů hrází rybníků s ohledem na jejich využití“ v rámci programu Komplexní udržitelné systémy v zemědělství „KUS“.

Použitá literatura

- Anderson, H. B., Wells, P. S., & Cox, L. 2010. Pond 1: closure of the first oil sands tailings pond. British Columbia Mine Reclamation, Symposium 2010.
- Gliński, J., Lipiec, J. 1990. Soil Physical Conditions and Plant Roots. CRC Press, Boca Raton, FL, USA, 250 pp. ISBN 0-8493-6498-1.
- Pohl C., Vavrina L. 2008. Stability evaluation of dikes along the North-sea at wave overtopping. Chinese-German Joint Symposium on Hydraulic and Ocean Engineering, 83-87.
- Suchoň, 2013. Travní porosty – součást opevnění vodního díla [online]. 21.1. 2013, [citováno dne 2.12. 2014]. Dostupné z: <http://www.pod.cz/projekty/flora_a_fauna/Viteze/travni_porosty.html>.
- Takashi T., Yamamoto T. 2010. An attempt at soil profiling on a river embankment using geophysical data. Exploration Geophysics, 41 (1): 102-108. ISSN 0812-3985.

Kontaktní adresa:

Ing. Barbora Badalíková
Zemědělský výzkum, spol. s r. o.
Zahradní 1, 664 41 Troubsko
e-mail: badalikova@vupt.cz

VPLYV REGULÁTOROV RASTU NA VÝNOS, KVALITU A VODNÝ REŽIM PŠENICE OZIMNEJ PRI VODNOM STRESE

Influence of plant growth regulators on yield, quality and water regime of winter wheat under water stress

Barányiová I.¹, Klem K.²

¹Mendelova Univerzita v Brně

²Centrum výzkumu globální změny AS CR, v. v. i. Brno

Abstrakt

Abiotický a biotický stres vplýva na rastliny, ktoré pestujeme od začiatku ich vývoja, počas celého ich rastu až do ich odumretia. Rastlina sa musí dokázať vyrovnat' s teplom, suchom, znečistením, ťažkými kovmi, rôznymi vírusmi, škodcami a inými stresormi. Klimatické podmienky sa v poslednom období veľmi rýchlo menia, a preto rastliny nemajú dostatok času, ktorý potrebujú k prispôsobeniu sa. Jedným z prirodzených prostriedkov ako znížiť, alebo dokonca zabrániť stresovým situáciám u rastlín, sú rastové regulátory. Sú to látky založené na báze fytohormónov, teda rastlinných hormónov, ktoré sa nachádzajú prirodzene v každej rastline vo veľmi malých množstvách, no svojím účinkom sú nenahraditeľné pre rast a vývoj rastlín. Cieľom príspevku bolo zhodnotenie vplyvu vodného deficitu na hodnoty fotosyntetických parametrov. Naše výsledky potvrdzujú, že účinky rôznych regulátorov sú veľmi odlišné a ich výber môže výrazne ovplyvniť nie len rast nadzemnej časti, ale aj vývin koreňovej sústavy, čo môže byť kľúčové napríklad v suchých rokoch. Naše výsledky ukazujú možnosť využitia nami testovaných regulátorov ako čiastočnej alternatívy k eliminácii sucha.

Kľúčové slová: regulátory rastu, vodný stres, pšenica ozimná

Abstract

Abiotic and biotic stress has an impact on plants that grow from the beginning of their development throughout their whole growth until they wither up. The plant must be able to cope with heat, drought, pollution, heavy metals, various viruses, pests and other stressors. The climatic conditions are changing rapidly in recent times, therefore plants do not have enough time, they need to adapt. One of the natural resources to reduce or even avoid stressful situations at the plant are plant growth regulators. They are based on substance-based phytohormones, plant hormones that are in each plant in very small quantities, but its effects are essential for plant growth and development. The aim of the experiment was to evaluate the impact of water deficit on the values of photosynthetic parameters. Our results confirm that the effects of different growth stimulators are very different and their selection can greatly affect not only the growth of aboveground part, but also the growth of the root system which can be very essential for example in dry years. Our results exclude the possibility of using the mentioned plant growth regulators as a partial alternative to the elimination of the drought.

Key words: plant growth regulators, water stress, winter wheat

Úvod

Pšenica je rastlina značne náročná na množstvo zrážok a ich správne rozloženie počas vegetačnej doby. Nedostatok vlhky má nepriaznivý vplyv na priebeh fyziologických procesov, z ktorých najcitlivejšie reaguje rast. V konečnom dôsledku je pri ďalej trvajúcom vodnom deficite ovplyvnený výnos pšeničného zrna. V poľných podmienkach sú rastliny často exponované rôznym environmentálnym stresom. Pri ich pôsobení je popri regulácii výživného stavu a radiačného režimu pre zabezpečovanie rastovo – produkčných funkcií esenciálna predovšetkým úroveň hospodárenia s vodou.

Sucho je najčastejším prirodzeným environmentálnym limitom, vyvolávajúc vnútorný vodný deficit. Vodný deficit vedie k inhibícii rastu, akumulácii ABA (Davies 1993, Blum, Johnson 1993, Popova et al. 2000), prolínu (Kuznetsov, Shevyakova 1999), manitolu a sorbitolu (Zhu

1997), k tvorbe komponentov zachytávajúcich voľné radikály (Navari-Izo 1993), k zatvoreniu prieduchov (Tardieu 1996) a k redukcii transpirácie, vodného potenciálu pletív (Tardieu et al. 1996), fotosyntetickej aktivity, ako aj k syntéze nových proteínov (Schinozaki et al. 1998). Jedným z nástrojov ako zabrániť poľahnutiu porastu a negatívnym účinkom sucha je aplikácia regulátorov rastu.

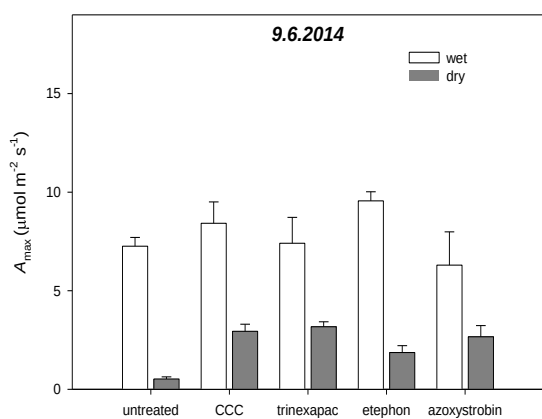
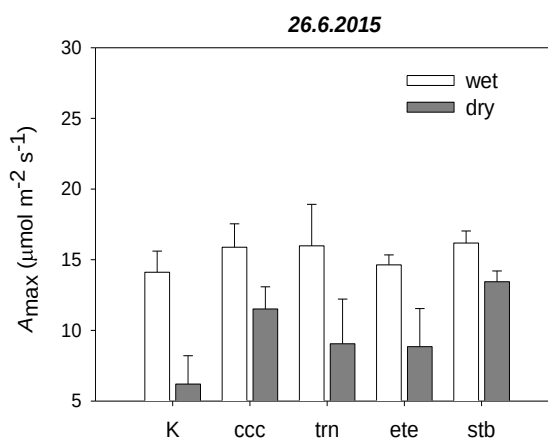
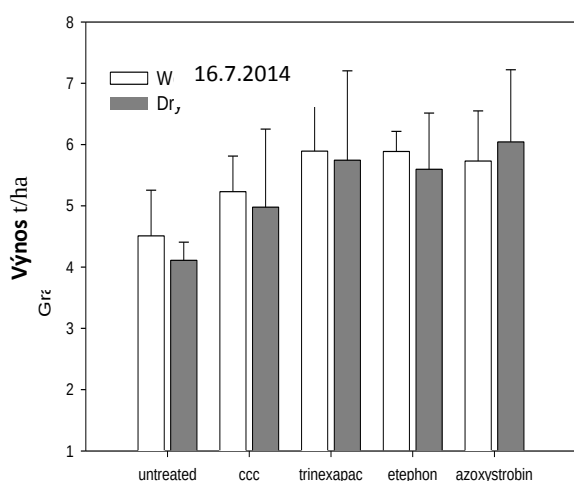
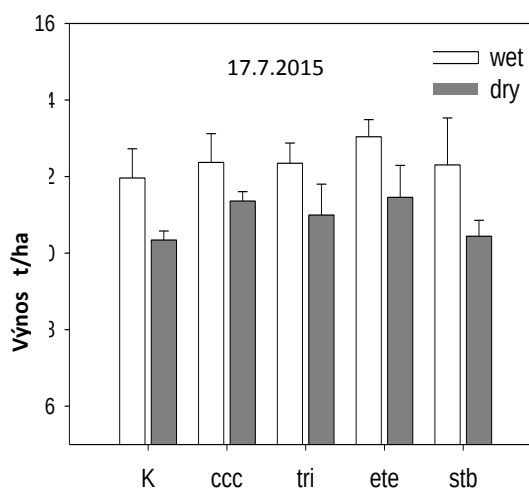
Pre poľnohospodárske účely sa za regulátory rastu považujú tie látky, ktoré požadovaným spôsobom vplývajú na fyziologické procesy v metabolizme rastlín, a tým pozitívne ovplyvňujú výšku úrod a kvalitu produkcie (Vašák et al. 1997). V okamihu, keď kapilárna voda každým dňom uniká z oblasti koreňovej zóny, je potrebné urobiť jediný krok a tým je podpora rastu koreňov v kombinácii s protistresovou aplikáciou rastových regulátorov, ktoré pomôžu v rastlinách zadržať vodu.

Materiál a metódy

Experiment bol založený na poľnej pokusnej stanici v Žabčiciach v 2 rokoch. Výsev pšenice ozimnej bol vykonaný 15. októbra 2013 a 8. Októbra 2014 s odrodami ozimnej pšenice (Brokát, Matylda, Seladon) v pásoch (šírka 2m + 50cm ulička) v 3 opakovaníach rovnomerne rozmiestnených na vybranom pozemku. Jednotlivé regulátory boli aplikované v nasledujúcich fenofázach: CCC v BBCH 31, Trinexapac – ethyl v BBCH 32-35, Etephon v BBCH 39-49, Strobilurín v BBCH 45-49. V rastovej fáze koncom steblovania BBCH 39 boli nad polovicou experimentálnej plochy postavené krátkodobé striešky zaistujúce indukciu stresu sucha. Meranie fyziologických parametrov bolo vykonané v polovici (26.5.2014, 11.6.2015) a na konci pôsobenia stresu sucha (12.6.2014, 26.6.2015). Po dozrievaní pšenice bolo vykonané vyhodnotenie výnosu a štruktúry. Pre vyhodnotenie rýchlosti asimilácie CO₂, transpirácie a stomatálnej vodivosti prieduchov bol využitý gazometrický systém LI 6400 s komôrkou vybavenou LED zdrojom svetla. Meranie prebiehalo pri konštantnej teplote relatívnej vlhkosti vzduchu (RWC), koncentrácii CO₂ a pri saturačnej intenzite svetla. Po dozrievaní pšenici bolo vykonané vyhodnotenie výnosu.

Výsledky

Vodný stres spôsobil zníženie rýchlosti asimilácie CO₂ (Amax). Tento negatívny účinok sucha bol zmiernený po aplikácii všetkých rastových regulátorov. Pozitívny vplyv rastových regulátorov počas sucha v roku 2014, bol najviac preukázaný po aplikácii CCC a trinexapac-ethyl. V roku 2015 pozitívny účinok regulátorov rastu za sucha bol najviac preukázaný za použitia azoxystrobinu a CCC. Výsledky výnosu v roku 2014 preukázali pozitívny účinok všetkých aplikácií rastových regulátorov, s najvyšším účinkom po aplikácii trinexapac-ethyl, etephon a azoxystrobín. Všetky tri ošetrenia tak tiež znížili negatívny dopad sucha na výnos. V roku 2015 regulátory rastu CCC a etephon znížili negatívne dopady sucha na výnos a čiastočne aj trinexapac.

Graf 1: Rýchlosť asimilácie CO₂. 2014**Graf 2:** Rýchlosť asimilácie CO₂. 2015**Graf 3:** Výnos pšenice ozimnej, 2014**Graf 4:** Výnos pšenice ozimnej, 2015

Diskusia

Význam rastových regulátorov spočíva v regulácii rastu a vývinu rastliny. Sú schopné urýchľovať, spomaľovať alebo inak modifikovať metabolické procesy, ktorých výsledkom sú zmeny v raste, vývine a morfogénéze rastlín. Významný termín aplikácie regulátorov rastu v porastoch ozimnej pšenice je v jarom období. Cieľom tejto aplikácie je zníženie výšky porastu, podpora odnožovania, čo v konečnom dôsledku má viesť k dosiahnutiu optimálnej hustoty porastu a obmedzeniu poliehania (Šaroun 2007). V tejto súvislosti sa ako najvyhovujúcejší svojimi biologickými účinkami javí prípravok Strobilurín, kde bol preukázaný dobrý morforegulačný účinok, no súčasne aj veľmi dobrý rast celkovej nadzemnej biomasy a priaznivý pomer medzi nadzemnou časťou a koreňmi. Prípravok Moddus svojim výraznejším retardačným účinkom a silnou podporou rastu koreňov by mohol ešte viac zvýšiť odolnosť porastov k suchu. Účinok rastových regulátorov na rast odolnosti k suchu bol preukázaný vo viacerých štúdiách (Berova a Zlatev, 2003; Anosheh et al. 2012 a pod.).

Záver

Použitie regulátorov rastu je sprevádzané radom pozitívnych účinkov, a to najmä v podmienkach vodného deficitu. Pri použití regulátorov rastu môžeme dosiahnuť čiastočnú elimináciu vodného stresu v oblasti životného prostredia. Regulátory rastu môžu zlepšiť

účinnosť využitia vody. Majú tiež vplyv na akumuláciu antioxidantov, ktoré chránia rastliny za stresových podmienok. Podľa našich predbežných výsledkov je možné uviesť, že prakticky všetky regulátory rastu zvýšili rýchlosť asimilácie CO₂. Z meraní je zrejmé, že všetky regulátory rastu zvýšili výnos, čo dokazuje pozitívny účinok počas obdobia sucha. Okrem toho, najväčšie zníženie stresu suchom bol evidentný po aplikácii strobilurínu a čiastočne trinexapac-etylú. Výsledky poľných pokusov môžu významne prispieť k zníženiu vplyvu sucha na formovanie a kvalitu produkcie pšenice ozimnej v realizácii biologického potenciálu odrôd.

Dedikácia

Príspevok vznikol ako výstup projektu Internej grantovej agentúry AF MENDELU číslo: IP 23/2015 “ Vliv regulátorů růstu na efektivitu využití vody a odolnost vůči suchu u vybraných odrůd ozimé pšenice“.

Použitá literatúra:

- Anoseh et al. (2012): Exogenous Application of Salicylic Acid and Chlormequat Chloride Alleviates Negative Effects of Drought Stress in Wheat. In: Advanced Studies in Biology, Vol.4, 2012, no 11, 501-520
- Berova a Zlatev. (2003): Physiological response of paclobutrazol-treated triticale plants. In: Biologia plantarum 46 (1), 2003, s. 133-136
- Blum A., Johnoson J.W. (1993): Wheat cultivars respond differently to a drying top soil and a possible non-hydraulic root signal. Journal of Experimental Botany, 44, 264: 1149 – 1153
- Davies W. J., Tardieu F., Trejo C. L. (1993): How do chemical signals work in plants that grown in drying soils? Plant Physiol, 104: 309 – 314
- Kuznetsov V. K., Shevyakova N.I. (1999): Proline under Stress: Biological Role, Metabolism, and Regulation. Russian Journal of Plant Physiology, Vol 46, No 2: 274 – 287
- Navari-Izo F., Milone M. A., Quartacci M. F., Pinzio C. (1993): Metabolic changes in wheat plants subjected to a water deficit stress programme. Plant Sci. 92: 151 – 157
- Popova L..P., Outlaw W.H., Aghoram K., Hite D.R.C. (2000): Absciscic acid – an intraleaf water-stress signal. Physiologia Plantarum, 108: 376 – 381
- Schinozaki H. et al. (1998): Molecular responses to drought stress. In: Stress responses of photosynthetic organisms (Satoh, Murata eds.). Elsevier: 259 p.
- Šaroun, J. (2007): Regulátory růstu. In: BARANYK, P. - FÁBRY, A. et al: Repka : pestování, využití, ekonomika. Praha : Profi Press, 2007, s. 138-144.
- Tardieu F., Lafarge T., Simoneau T. (1996): Stomatal control by fed or endogenous xylem ABA in sunflower: interpretation of correlations between leaf water potential and stomatal conductance in anizohydric species. Plant Cell Environment, 19: 75 – 84
- Vašák, J., Fábry, A., Zukalová, H., Morbacher, J., Baranyk, P. et al. (1997): Systém výroby řepky - česká a slovenská pěstitelská technologie ozimé řepky pro roky 1997 - 1999. Praha: Svaz pěstitelů a zpracovatelů olejin, 1997, 116 s
- Zhu J. K., Hasegawa P. M., Bressan R. (1997): Molecular aspects of Osmotic Stress in Plants. Critical Reviews in Plant Sciences, 16(3): 253 – 277

Kontaktné údaje:

Ing. Irena Barányiová,
Mendelova Univerzita v Brně, Fakulta agronomická
Zemědělská 1, 613 00 Brno
Tel: 773 871 812
email: irenka2308@azet.sk

STAV PŮDNÍCH PARAMETRŮ POD VLIVEM RŮZNÉHO MANAGEMENTU

The state of soil parameters under influence of different management

Bilošová H.¹, Fiala K.¹, Pospíšilová L.²

¹*Agrovýzkum Rapotín s.r.o.*

²*Mendelova univerzita v Brně*

Abstrakt

V letech 2008-2011 byl sledován vliv různého typu obhospodařování na půdní vlastnosti. Experimentální plochy se lišily zvoleným managementem – varianty sečené a hnojené kompostem s odstupňovaným zatížením a pastevní porost. Pro zhodnocení stavu půdních parametrů byly stanoveny: objemová hmotnost, pórovitost, maximální kapilární vodní kapacita, retenční vodní kapacita, oxidovatelný uhlík, uhlík rozpustný v horké vodě, frakcionace humusu, pH, obsah živin. Mezi jednotlivými variantami byly zjištěny statisticky průkazné rozdíly, které byly spíše dány přírodními podmínkami daného území, než typem managementu. Zvolené typy managementu neměly negativní dopad na stav a kvalitu půdního prostředí.

Klíčová slova: půdní organický uhlík, pastva, kompost

Abstract

The influence of different management on the soil properties was monitored 2008-2011. The experimental plots vary in chosen management – mowing with compost application and grazing. Soil properties were determined as follows: bulk density, porosity, maximum capillary water capacity, retention water capacity, oxidizable carbon content, hot-water extractable carbon, humic and fulvic acids, pH, content of nutrients. There were statistically significant differences between particular variants. Natural conditions had a crucial impact on soil parameters. Used types of management did not have negative impact on condition and quality of the soil environment.

Key words: soil organic carbon, pasture, compost

Úvod

Klíčovým komponentem pro udržení produkčních i mimoprodukčních funkcí travních porostů je množství organické hmoty v půdě, které bývá výrazně ovlivněno zvoleným managementem. Organická hnojiva představují cenný zdroj půdní organické hmoty, která hraje důležitou roli v udržení integrity struktury půdy, kterou podporuje kontrolou mnoha půdních funkcí, zejména infiltrací vody, retencí vody, rezistencí vůči erozi (Gregorich *et al.*, 1994). Pokles půdní organické hmoty v agroekosystémech je úzce spojen s degradací fyzikálních půdních vlastností (Li *et al.*, 2007).

Materiál a metody

Pro hodnocení stavu půdních parametrů pod vlivem různě zvoleného managementu byly použity půdní vzorky pocházející ze tří lokalit – Rapotín, Přemyslovské sedlo, Arnoštov. Popis, charakteristika lokalit a jednotlivých variant jsou blíže definovány v tabulkách 1 a 2.

Půdní vzorky byly odebírány v průběhu let 2008 a 2011 z jedné odběrové hloubky 0-15 cm v jarním a podzimním termínu, tzn. dvakrát ročně. Vzorky z každé varianty byly odebírány ve třech opakováních.

Z chemických půdních parametrů byly stanoveny: obsah oxidovatelného uhlíku C_{ox} % (Nelson a Sommers, 1982), uhlík rozpustný v horké vodě C_{hws} mg/kg (Körschens *et al.*, 1990), huminové kyseliny HK % a fulvokyseliny FK % (Kononová Bělčíková, 1963). Obsah dusíku N % dle Kjeldahla, výměnná půdní reakce pH/ $CaCl_2$, makroprvky Ca, Mg, K, P – výluh dle Mehlich III (analýzy byly provedeny dle Zbírala *et al.*, 2002 a 2004).

Tabulka 1 Přehled a popis lokalit

Lokalita	ochrana území	management	nadmořská výška (m n.m.)	průměrná roční teplota	průměrný roční úhrn	půdní typ
Rapotín	bez omezení	sečený porost s organickým hnojením	400 m	7,2 °C	693 mm	kambizem modální
Přemyslov	Přírodní rezervace	pastevní porost	720 m	5,6 °C	900 mm	kambizem modální
Arnoštov	CHKO	pastevní porost	828 m	5,2 °C	1140 mm	kambizem modální

Tabulka 2 Přehled variant experimentálních ploch

Lokalita	varianta	hnojení obdělávání	zatížení	množství aplikovaného N	počet sečí	management
Rapotín	C	kontrola	0	0	2 seče/rok	extenzivní
Rapotín	KO 0.9	kompost	0,9 DJ/ha	60 kg/ha	2 seče/rok	extenzivní
Rapotín	KO 1.4	kompost	1,4 DJ/ha	90 kg/ha	3 seče/rok	středně intenzivní
Rapotín	KO 2.0	kompost	2,0 DJ/ha	120 kg/ha	4 seče/rok	intenzivní
Přemyslov	P	pastva	<0,5 DJ/ha	<30 kg/ha	0	extenzivní
Arnoštov	A	pastva	0,2 DJ/ha	15 kg/ha	0	extenzivní

Pro stanovení fyzikálních vlastností půdy byly vzorky odebrané v neporušené formě pomocí Kopeckého válečků. Ze základních fyzikálních a hydrofyzikálních parametrů byly stanoveny: objemová hmotnost ρ_d g/cm³, maximální kapilární vodní kapacita KMK %, retenční vodní kapacita RVK %, pórovitost P % (analýzy byly provedeny dle Zbírala *et al.*, 2004).

Data byla statisticky vyhodnocena pomocí programu STATISTICA CZ v. 10 (StatSoft, 2011). Byla použita metoda analýzy rozptylu, Tukeyho HSD test ($P < 0,05$).

Výsledky a diskuse

Statisticky průkazně vyšší hodnoty objemové hmotnosti byly naměřeny na lokalitě v Rapotíně - na variantách hnojených kompostem a sečených (KO 0.9, 1.4, 2.0), v porovnání s lokalitami s pastvou Přemyslov (P) a Arnoštov (A).

Tabulka 3 Průměrné hodnoty vybraných fyzikálních půdních parametrů u jednotlivých variant

varianta	ρ_d (g/cm ³)	P (%)	KMK (%)	RVK (%)
C	1,43 ^a	47 ^a	34 ^a	27 ^a
KO 0.9	1,26 ^a	53 ^a	38 ^a	30 ^a
KO 1.4	1,28 ^a	52 ^a	40 ^a	32 ^a
KO 2.0	1,26 ^a	53 ^a	39 ^a	31 ^a
P	0,9 ^b	64 ^b	56 ^b	44 ^b
A	1,05 ^b	59 ^b	47 ^b	40 ^b
P	0,0001	0,0001	0,001	0,001

Na těchto lokalitách (P, A) navíc v žádném z odebraných vzorků nepřekročila objemová hmotnost limitní hodnotu 1,3 g/cm³ udávanou pro ekologické zemědělství (Pokorný *et al.*, 2007). S objemovou hmotností je úzce spjata pórovitost, jejíž nejvyšší hodnoty byly zjištěny na lokalitách s pastvou (P, A). Statisticky průkazný rozdíl je opět zjištěn mezi lokalitou v Rapotíně (C a KO) a lokalitami Přemyslov (P) a Arnoštov (A). Hodnoty pórovitosti ukazují

na výborný stav půdy všech variant. U půdních hydrolimitů byl nalezen opět stejný trend, kdy vyšší hodnoty byly naměřeny na lokalitách s pastvou (P, A). Objemová hmotnost i pórovitost ukazují na kyprost a nezhutněnost půdy. Retenční i maximální vodní kapacita se pohybují v optimálním rozpětí hodnot těchto parametrů udávaných u travních porostů.

Tabulka 4 Průměrné hodnoty vybraných parametrů půdní organické hmoty u jednotlivých variant

varianta	C _{ox} (%)	C _{hws} (mg/kg)	HK (%)	FK (%)	HK/FK
C	1,42 ^a	573 ^{ab}	0.21 ^a	0.35 ^a	0.6 ^a
KO 0.9	1,57 ^{ab}	646 ^{ab}	0.27 ^a	0.37 ^a	0.73 ^a
KO 1.4	1,66 ^{ab}	673 ^{ab}	0.25 ^a	0.36 ^a	0.70 ^a
KO 2.0	1,74 ^b	680 ^{ab}	0.32 ^a	0.42 ^a	0.76 ^a
P	2,24 ^c	746 ^{ab}	0.36 ^a	0.57 ^a	0.63 ^a
A	4 ^d	1484 ^b	1.12 ^b	1.15 ^b	0.97 ^b
P	0,0001	0,0001	0,001	0,001	0,01

Průměrné hodnoty C_{ox} se pohybovaly u variant sečených a hnojených kompostem (C a KO) v rozmezí od 1,42 % do 1,74 %, což odpovídá průměrným hodnotám u kambizemí (Sáňka a Materna, 2004). Kolář *et al.* (2003) uvádí pro kambizemě středních poloh optimální hodnoty C_{hws} v rozpětí 300 až 600 mg/kg. V tomto rozpětí hodnot se pohybovaly naměřené výsledky C_{hws} u variant hnojených kompostem (KO 0.9, 1.4, 2.0). U variant pastevních porostů (P a A) se jedná o tzv. kambizem vyšších poloh, kde je charakteristický vysoký obsah humusu s převahou fulvokyselin nad huminovými kyselinami. Lokality vykazovaly větší množství C_{ox} i C_{hws} než varianty sečené a hnojené kompostem. Vyšší hodnoty mohou být vysvětleny nahromaděním organické hmoty, která není zapojena do transformace (nižší pH a větší úhrn ročních srážek).

Tabulka 5 Průměrné hodnoty živin u jednotlivých variant

varianta	pH CaCl ₂	N (%)	P (mg/kg)	K (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)
C	4,8 ^a	0.17 ^a	59 ^a	154 ^a	1918	141 ^a
KO 0.9	5,1 ^b	0.18 ^a	81 ^a	192 ^a	2061	183 ^a
KO 1.4	5,1 ^b	0.19 ^a	74 ^a	179 ^a	2810	184 ^a
KO 2.0	5,2 ^b	0.19 ^a	86 ^a	189 ^a	2716	201 ^a
P	5,1 ^b	0.25 ^{ab}	14 ^b	74 ^b	1999	83 ^b
A	5,2 ^b	0.37 ^b	27 ^b	70 ^b	2246	49 ^b
P	0,048	0,01	0,001	0,001	0,136	0,001

Z hlediska množství přístupných živin, můžeme stav lokalit v Rapotíně – varianty hnojené kompostem a sečené (KO 0.9, 1.4, 2.0) hodnotit jako dobrý. V kontrastu pak jsou lokality pasené Přemyslov (P) a Arnoštov (A), kde je obsah přístupného P, K a Mg nízký (Fiala a Krhovjácová, 2009).

Závěr

Zjištěné statisticky průkazné rozdíly mezi jednotlivými lokalitami, byly spíše dány přírodními podmínkami daného území, než typem managementu. Zvolené typy managementu neměly negativní dopad na stav a kvalitu půdního prostředí. Naměřené hodnoty fyzikálních vlastností půd lokalit nepřesahovaly optimálního rozpětí hodnot trvalých travních porostů a můžeme konstatovat, že pokusné plochy nejsou ohroženy pedokompakcí. Varianty pastevních porostů vykazovaly větší množství C_{ox} i C_{hws} než varianty sečené a hnojené kompostem. Zde se jedná o kambizem vyšších poloh, kde je charakteristický vysoký obsah organické hmoty s převahou fulvokyselin nad huminovými kyselinami.

Dedikace

Príspevek vznikl za podpory řešení výzkumných projektů MŠMT LG13019, MZe QH92040 a MŠMT 2B08039.

Použitá literatura

- Gregorich E.G., Carter M.R., Angers D. A., Montreal C. M., Ellert B. H. (1994): Towards a minimum data set to assess soil organic matter quality in agricultural soils. *Can. J. Soil Sci.*, 74, 367-385.
- Fiala K., Krhovjáčková J. (2009): Metodické postupy a zásady vyhodnocování chemických parametrů půd pod trvalými travními porosty. Agrovýzkum Rapotín s.r.o., Rapotín, ISBN 978-80-87144-13-8.
- Kolář L., Klimeš F., Ledvina R., Kužel S. (2003): A method to determine mineralization kinetics of a decomposable part of soil organic matter in the soil. *Plant Soil Envir.*, 49, 8-11.
- Kononová M., Bělčíková N. P. (1963): Short fractionation method of humic substance in mineral soils (in Russian), in: *Organiceskoje veščestvo počvy*, Moskva.
- Körschens M., Schulz E., Böhm R. (1990): Hot water soluble C and N in the soil as a criterion for microbiology (in German). *Jena*, 145, 303-311.
- Li X. G., Li F. M., Zed R., Zhan Z.Y. (2007): Soil physical properties and their relations to organic carbon pools as affected by land use in an alpine pastureland. *Geoderma*, 139, 98-105.
- Nelson D. W., Sommers L. E. (1982). Total carbon, organic carbon, and organic matter. In: Page, A. L., Miller, R. H., Keeney, D. R. (eds.). *Methods of Soil Analysis. Part 2*. ASA, SSSA Publ., Madison, Wisconsin.
- Pokorný E., Šarapatka B., Hejátková K. (2007): Hodnocení kvality půdy v ekologicky hospodařícím podniku. ZERA, Náměšť nad Oslavou, 27 s. ISBN 80-903548-5-8.
- Sánka M., Materna J. (2004): Indikátory kvality zemědělských a lesních půd ČR. *Planeta* 2004, 11, 83 s., ISSN 1213-3393.
- StatSoft, Inc. (2011). STATISTICA (data analysis software system), version 10.
- Zbíral J. *et. al.* (2002): Analýza půd I. Jednotné pracovní postupy. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, Brno, 197 s. ISBN 80-86548-15-5.
- Zbíral J. *et. al.* (2004): Analýza půd III. Jednotné pracovní postupy. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, Brno, 199 s. ISBN 80-86548-60-0.

Kontaktní adresa:

Mgr. Hana Bilošová
Agrovýzkum Rapotín s.r.o.
Výzkumníků 267 Rapotín 788 13
e-mail: hana.bilosova@vuchs.cz

VÝSLEDKY MĚŘENÍ MIKROKLIMATU POROSTŮ KUKUŘICE PŘI RŮZNÉM USPOŘÁDÁNÍ ŘÁDKŮ

Results of microclimate measurements in maize stands with different row-spacing

Dovrtělová H., Lukas V., Smutný V., Brotan J.

Mendelova univerzita v Brně

Abstrakt

V roce 2013 - 2015 byl na polní pokusné stanici v Žabčicích založen polní pokus s porosty kukuřice s různou meziřádkovou vzdáleností a výsevkem, ve kterém byly instalovány registrátory AMET měřící mikroklima porostu. Průběh počasí se v jednotlivých letech výrazně lišil. V letech 2013 a 2015 bylo ve vegetačním období dlouhotrvající sucho, v roce 2014 byl v průběhu vegetace dostatek srážek. Z měřených hodnot byly zjištěny největší rozdíly ve vlhkosti půdy v porostech kukuřice v roce 2013. V letech 2014 a 2015 nebyly zaznamenány výraznější rozdíly ve vlhkostech půdy.

Klíčová slova: mikroklimatické pozorování, kukuřice, vlhkost půdy, VIRIRB

Abstract

In 2013 – 2015 was, on Field Experimental Station in Žabčice, established a field experiment with corn stands which differ in row-spacing and seeding rate. In the stands were installed sensors VIRIRB to measure stand microclimate. Weather characteristic were strongly different. In 2013 and 2015 there was, during the vegetation season, long-term drought. In 2014 there were during vegetation season enough of rainfalls. From the observed values were found significant differences in year 2013 in soil moisture. In 2014 and 2015 were not recorded significant differences in soil moisture.

Key words: microclimate observation, maize, soil moisture, VIRIRB

Úvod

Kukuřice je perspektivní plodinou a zájmem pěstitelů je dosahovat co nejvyšších výnosů v požadované kvalitě. K realizaci těchto cílů napomáhají také výzkumné aktivity, které se zaměřují na možnost efektivněji organizovat porost. Studie zaměřené na zvýšení výnosu pěstováním kukuřice v užší meziřádkové vzdálenosti nebo ve dvouřádcích se ve větší míře začaly realizovat v 90. letech minulého století v USA (Prokop, 2013) a odtud se tato problematika šíří dále. Výsledky některých dosavadních výzkumů dokazují, že změna organizace porostu může být za určitých podmínek přínosná, což dokládá i zavedení užších řádů a dvouřádků do praxe. Definovat podmínky, za kterých může být přechod na úzké řádky nebo dvouřádky pro pěstitele výhodný se ale dosud nepodařilo. Cílem této studie je vyhodnotit vztah mezi různým uspořádáním porostu kukuřice a vybranými mikroklimatickými charakteristikami porostu, jako je vlhkost půdy, teplota půdy a vlhkost vzduchu.

Materiály a metody

Sledování mikroklimatu bylo prováděno v porostech kukuřice s různou meziřádkovou vzdáleností, vedených na Polní pokusné stanici Mendelovy univerzity v Žabčicích, v letech 2013, 2014 a 2015. Pokusná lokalita se nachází v kukuřičné výrobní oblasti a patří mezi nejteplejší a nejsušší oblasti ČR. Tricetiletý průměr (1961-1990) ročních úhrnů srážek činí 480 mm, typické pro tuto oblast je značně nerovnoměrné rozložení dešťových srážek ve vegetačním období. Za období 1991-2010 činil srážkový úhrn 496,1 mm (Brotan, 2013).

Polní pokus se silážní kukuřicí byl v roce 2013 založen se šesti variantami s rozdílnými kombinacemi dvou parametrů - šíří řádků a výsevkem. Kukuřice byla vyseta do klasických řádků o šíři 0,75 m, do úzkých řádků o šíři 0,375 m (poloviční šíře oproti klasickým řádkům)

a do tzv. dvouřádků, kde řádek tvoří semena vysetá do sponu (cca 0,2 m). Vzdálenost mezi dvouřádky byla 0,75 m. Každý z typů řádku byl vyset ve standardním výsevkem (80 – 90 tis. jedinců) a při zvýšeném výsevkem (97 tis. jedinců). V letech 2014 a 2015 byl pokus rozšířen o varianty s výsevkem 108 – 109 tis. jedinců.

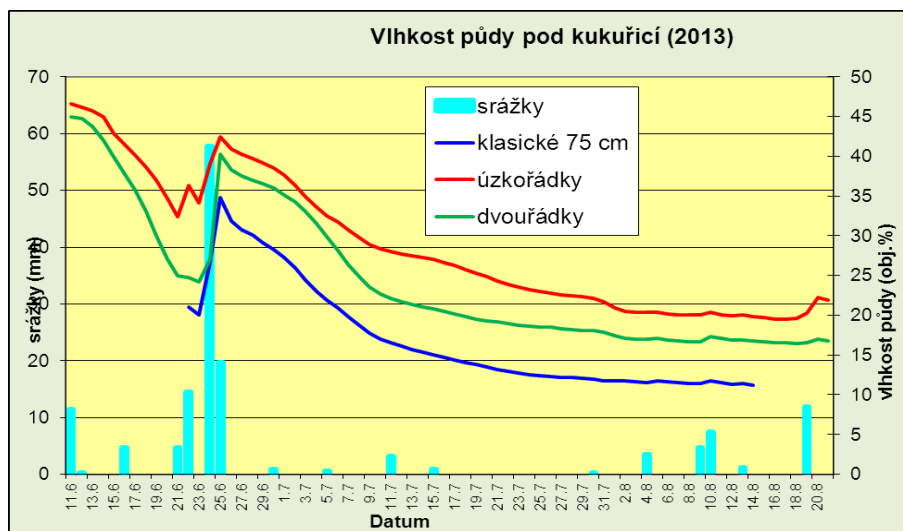


Obr.1 Fotodokumentace variant pokusu: klasické řádky (vlevo), úzké řádky (uprostřed) a dvouřádky (vpravo)

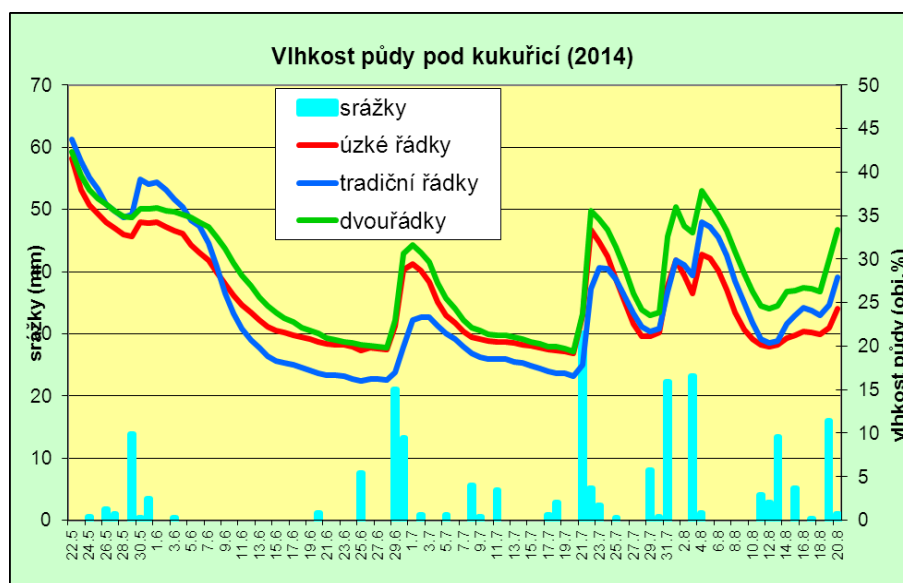
Záznam mikroklimatických charakteristik byl proveden pouze ve variantách se standardním výsevkem. Sledována byla teplota vzduchu a relativní vlhkost vzduchu v efektivní výšce porostu kukuřice (obojí čidlem Onset HOB0, USA), teplota půdy (hloubka 10 cm; čidlo PT100) a vlhkost půdy (hloubka do 30 cm; čidlo AMET VIRRIB, ČR). Sběr dat probíhal v 15 min. intervalu pomocí tří registrátorů AMET. Zjištěné hodnoty byly dány do relace s meteorologickými daty z agroklimatologické stanice trvale umístěné na polní pokusné stanici.

Výsledky a diskuse

Ze sledovaných veličin mikroklimatu se jeví zajímavé především hodnoty vlhkosti půdy naměřené pod kukuřicí. V roce 2013 byla vlhkost půdy u všech variant na počátku vegetačního období velmi vysoká v důsledku vydatných srážek (viz Obr. 2). V následujícím období až do sklizně kukuřice měla vlhkost půdy pod kukuřicí u všech variant, vzhledem k nedostatku srážek, sestupnou tendenci. Nejvyšší vlhkost půdy pod kukuřicí se udržovala u varianty s úzkými řádky, nižší byla u dvouřádků a nejnižší u klasických řádků.

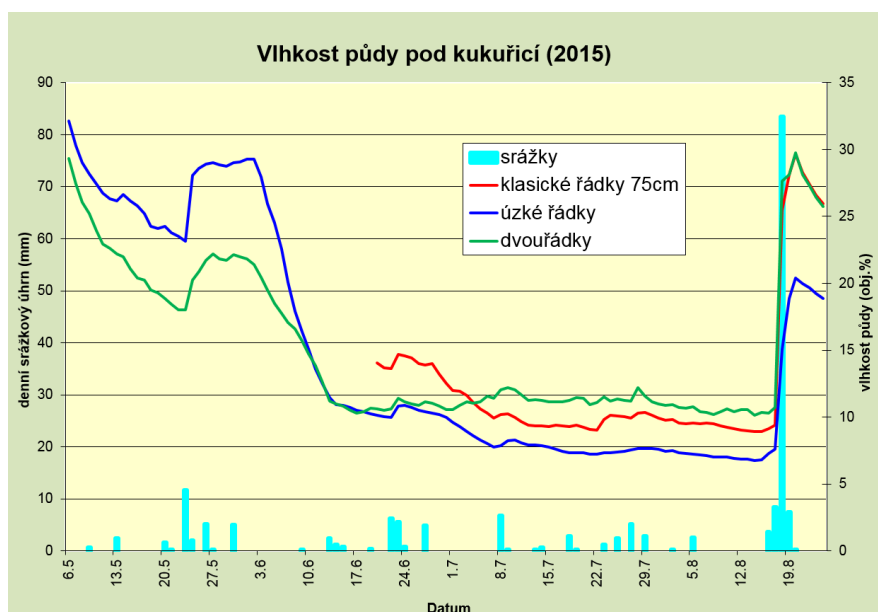


Průběh počasí v roce 2014 byl zcela odlišný od roku 2013. Měsíční srážkové úhrny byly v období vegetace průměrné nebo nadprůměrné, nenastalo období sucha. Rozdíly naměřené vlhkosti půdy mezi variantami byly malé (viz Obr. 3) podobně jako rozdíly ve výnosu kukuřice.



Obr. 3 Vlhkost půdy pod kukuřicí (2014)

V roce 2015 byly naměřené vlhkosti půdy od druhé dekády měsíce června do druhé dekády srpna velmi nízké. Nízké hodnoty vlhkosti půdy pod rostlinami byly reakcí na absenci srážek trvající téměř po celou dobu vegetace, s výjimkou silného přívalu srážek v druhé polovině srpna. Do poloviny měsíce června byla nejvyšší vlhkost půdy u úzkých řádků a nejnižší vlhkost byla u dvouřádků. Od poloviny června až do přívalu srážek na konci druhé dekády srpna, tomu bylo naopak. Nejvyšší vlhkost půdy se udržovala ve variantě s dvouřádky, trvale nejnižší vlhkost byla u varianty s úzkými řádky (viz Obr. 4).



Obr. 4 Vlhkost půdy pod kukuřicí (2015)

Srovnáme-li suché roky 2013 a 2015, zjistíme, že na počátku vegetačního období roku 2013 byly výrazné srážky, které v roce 2015 chyběly. Tyto srážky umožnily porostům hospodařit s vodou v průběhu následujícího suchého období. V roce 2013 měly varianty porostu vliv na hodnoty vlhkosti půdy.

Efekt rozdílné šíře řádků na využití vody záleží na dostupnosti vlhkosti v průběhu sezóny. V případě, že sucho přetrvává v průběhu celé sezóny, tak jak tomu bylo v roce 2015, může zvýšený odběr vody v počátečních fázích snížit zásoby vody potřebné v pozdějším období. Zvýšení brzkého odběru vody může být dodatečně efekt na potřebu vyšší poptávky po vodě v pozdějších fázích, vzhledem k výraznějšímu růstu rostlin na začátku sezóny. Pokud voda dále v sezóně není limitním faktorem, zvýšený raný příjem může být pro plodinu přínosem. (Jeschke, 2012). Lauer (2003) udává, že pokud má porost kukuřice více vody, živin a světla než potřebuje, pak výnosy zrna nemají signifikantní odezvu na úzké řádky, z toho vyplývá, že současná šíře řádků 0,75 m není pro výnos kukuřice limitní.

Závěr

Z výsledků tříletého měření vyplývá, že vlhkost půdy pod kukuřicí může být ovlivněna organizací porostu. Výrazné rozdíly v průběhu vlhkosti půdy se u jednotlivých typů řádků projevily při nižší zásobě vody v půdě během vegetace. V roce, kdy voda v půdě nebyla limitním faktorem a v roce, kdy byl, po téměř celé vegetační období, výrazný nedostatek vody v půdě, byly naměřené rozdíly ve vlhkostech půdy u jednotlivých variant minimální. U dalších sledovaných mikroklimatických charakteristik, teploty vzduchu, relativní vlhkosti vzduchu a teploty půdy, nebyly zaznamenány výrazné rozdíly v naměřených hodnotách.

Dedikace

Príspevek vznikl za podpory výzkumného projektu NAZV QJ1210008 „Inovace systémů pěstování obilnin v různých agroekologických podmínkách ČR“.

Použitá literatura

- Brotan, J., Trnka, M., Hlavinka, P., Semerádová, D., Žalud, Z. 2013. Climatic and agroclimatic conditions of Žabčice experimental field in the period 1961—2010. Mendel University in Brno, Folia Univ. Agric. Silvic. Mendelianae Brun., Vol. VI, No. 6.
- Jeschke M., 2012: Crop Insights: Row Width in Corn Grain Production. [on-line] DuPont Pioneer, <http://www.thecropsite.com/articles/1662/crop-insights-row-width-in-corn-grain-production/>
- Prokop M., 2013: Různá šířka řádků kukuřice. Kukuřičné listy (1), s. 3-4
- Lauer J., 2003: Corn Row Width and Plant Density – Then and now. [on-line] University of Wisconsin, http://corn.agronomy.wisc.edu/Extension/PowerPoints/2003_WFAPMC_RS.pdf

Kontaktní adresa:

Ing. Hana Dovrtělová,
Ústav agrosystémů a bioklimatologie, Agronomická fakulta, Mendelova univerzita v Brně,
Zemědělská 1, 613 00 Brno,
E-mail: dovrtelo@mendelu.cz

VÝZKUM A VYUŽITÍ TRAV PRO ENERGETICKÉ ÚČELY V ČESKÉ REPUBLICE

Research of grasses and their use for the energy purposes in the Czech Republic

Frydrych J.¹, Andert D.², Gerndtová I.², Volková P.¹, Juchelková D.³, Raclavská H.³,
Zajonc O.³

¹ OSEVA vývoj a výzkum s.r.o. Zubří

² Výzkumný ústav zemědělské techniky, v. v. i., Praha

³ Vysoká škola báňská – Technická univerzita, Ostrava

Abstrakt

V současnosti nabývá na významu využití energie z obnovitelných zdrojů. Významnou součástí obnovitelných zdrojů energie jsou trávy. Cílem výzkumu bylo určit nejvhodnější travní druhy pro energetické účely. V současnosti se v podmínkách České republiky využívá produkce travní hmoty pro spalování v kotlích a pro výrobu bioplynu. Nejvhodnější pro energetické využití zejména spalování v našich podmínkách jsou psineček veliký, kostřava rákosovitá, ovsík vyvýšený a chrstice rákosovitá. Trávy jsou využitelné pro energetické účely. Výsledky výzkumu energetických trav byly prezentovány ve čtyřech metodikách zabývajících se pěstováním a využitím trav pro výrobu energie. Tři travní směsi jsou certifikovány jako užité vzory pro využití v zemědělství a energetice.

Klíčová slova: výzkum, energetické trávy, bioplyn, užité vzor, spalování

Abstract

The use of energy from renewable sources gains currently great importance. An important part of the renewable energy sources are grasses. The aim of the research was to determine the most suitable grass species for energy purposes. In our conditions most suitable for energy use mainly for burning are *Agrostis gigantea*, *Arrhenatherum elatius*, *Festuca arundinacea* and *Phalaris arundinacea*. Currently in the Czech Republic grass is used for combustion in boilers and for production of biogas in biogas plants. Grasses are utilized for energy purposes. The results of research into energy grasses were presented in four methodologies dealing with the cultivation and use of grasses for energy production. Three grass mixtures are certified as utility models for use in agriculture and energy.

Key words: research, grasses for energy use, biogas, utility model, combustion

Úvod

V současné době je hledání zdrojů alternativních /obnovitelné energie/ celosvětovou záležitostí. Obnovitelné zdroje energie jsou přírodní zdroje, které jsou pravidelně k dispozici a neustále se obnovují. Význam obnovitelných zdrojů v České republice se zvyšuje, neboť mohou přispívat k zabezpečení celkové energetické potřeby společnosti. Trávy patří mezi významnou součást obnovitelných zdrojů energie.

Výzkum energetického využití trav probíhal v souvislosti s nepotravinářským využitím půdy v naší republice. Půdu, která nemá využití pro potravinářské účely, je třeba z hlediska její úrodnosti a ochrany udržet ve stávající kvalitě a ekonomicky využít. Půda, která je zatravněná, je kdykoliv využitelná pro návrat do zemědělské výroby pro produkci zemědělských plodin. Pod vlivem travního porostu je půda uchována v příznivém stavu z hlediska půdní struktury a úrodnosti.

Energetické využití trav vytváří nové možnosti a perspektivy pro využití trav v průmyslu. Produkce biomasy trvalých travních porostů, travníků a technických ploch je ekonomicky využitelná. Pojem využívání travních porostů určuje v jaké fenofázi, jakým způsobem a jak často je porost sklizen. Způsob sklizně a zpracování travní fytomasy určuje její následné využití. V podmínkách mírného klimatického pásma je při výběru vhodných plodin pro přímé spalování hlavní faktor vysoký obsah sušiny (80 %). Pro produkci bioplynu je žádoucí sklizeň

travní hmoty s obsahem sušiny 30 – 35 %, s následnou konzervací silážováním. Pro spalování je suchá travní hmota zpracována do velkoobjemových balíků, topných pelet nebo briket. Pelety z travní hmoty v současnosti nabývají na významu a jsou v oblasti zájmu výrobců kotlů. V současnosti již existují kotle pro spalování alternativních pelet, ale nedosahují stejné emisní třídy jako kotle na dřevěné pelety. Travní pelety představují významný potenciál alternativních pelet a perspektivní oblast výzkumu.

Materiál a metody

Pro výnosové účely byly založeny polní pokusy s jednotlivými travními druhy o velikosti parcel 10 m² s úrovní výživy dusíkem bez hnojení a s minimální dávkou dusíku 50 kg na hektar. Trávy byly sklizeny na výnos zelené, suché hmoty a sušiny. V průběhu výzkumu byly rovněž trávy sklizeny jako celé rostliny v období od května do října s cílem zjistit nejvhodnější termín pro sklizeň energetických trav v podmínkách České republiky. V zahraničí se některé travní druhy jako chrastice rákosovitá a ozdobnice čínská sklízí až na jaře.

V počátcích výzkumu byla hodnocena skupina 12 druhů trav z hlediska výnosu a rozborů na spalné teplo a výhřevnost s cílem zjistit nejvhodnější 3-4 druhy trav pro energetické využití v České republice. Současně proběhlo ověřování spalování travní biomasy v technických zařízeních v malých (tepelný výkon do 50 kW) i velkých kotlích (500 kW-2 MGW) tepelného výkonu. Pro zkoušky spalování trav v malých kotlích byla travní biomasa peletována. Cílem této části výzkumu bylo zjistit nejvhodnější energetické zařízení (kotel), ve kterém lze spalovat travní biomasu.

Výsledky a diskuze

Tab. 1 Výnosy trav přepočtené na ekvivalentní množství černého uhlí dosažitelného z jednoho hektaru pěstované trávy. Výnosy ve druhém užitkovém roce 1999 energetických trav

Travní druh	Intenzita	Výnos sušiny (t.ha ⁻¹)	Spalné teplo celkem (MJ.ha ⁻¹)	Výhřevnost celkem (MJ.ha ⁻¹)	Ekvivalentní množství černého uhlí (t)
kostřava rákosovitá Kora	nehnojeno	6,88	123513	121426	4,12
	hnojeno	10,11	181500	178432	6,05
ovsík vyvýšený Rožnovský	nehnojeno	6,39	110604	108618	3,68
	hnojeno	8,77	151799	149074	5,05
psineček veliký Rožnovský	nehnojeno	8,21	151890	149377	5,06
	hnojeno	10,17	188150	185037	6,27
chrastice rákosovitá* Motterwitzer	nehnojeno	4,97	83354	81812	2,77
	hnojeno	6,01	100796	98931	3,35

**na stanovišti v Zubří byly testovány v letech 2005 až 2010 odrůdy chrastice rákosovité Palaton, Chrastava a Chrifon s průměrnými výnosy sušiny 8-11 tun ve hnojené variantě. Odrůda chrastice rákosovité Chrastava byla vyšlechtěná v OSEVĚ PRO s.r.o. Výzkumné stanici travinářské Rožnově- Zubří. Chrastice rákosovitá Chrastava je první českou odrůdou trav určenou pro energetické účely, především pro přímé spalování.*

Pro energetické účely lze doporučit pěstování psinečku velikého (*Agrostis gigantea*), ovsíku vyvýšeného (*Arrhenatherum elatius*), kostřavy rákosovité (*Festuca arundinacea*) a chrastice rákosovité (*Phalaris arundinacea*). Jmenované druhy poskytují nejvyšší produkci sušiny a energie. Výnos u kostřavy rákosovité, psinečku velikého a ovsíku vyvýšeného se pohyboval v průměru 8 – 10 t sušiny na hektar v podmínkách Zubří ve hnojené variantě. U chrastice, zejména odrůdy Palaton a Chrastava, se pohyboval v průměru do 11 tun sušiny ve hnojené variantě. Nejvyššího výnosu sušiny dosahovaly trávy při sklizni celých rostlin v období měsíců červenec až srpen, tzn. v období sklizňové zralosti na semeno a měsíc po této sklizňové zralosti na semeno. Na základě těchto dosažených výsledků lze doporučit sklizeň energetických trav v období sklizně trav na semeno. Snížení výnosu sušiny u travních porostů sklizených v pozdním letním a podzimním období v první seči je způsobeno zejména opadem listů a polehnutím zejména u náchylných druhů trav (např. ovsík vyvýšený). Pozdější sklizeň lze doporučit pouze u chrastice rákosovité, kde ztráty sušiny i dva měsíce po termínu sklizně trav na semeno (v září) byly nevýznamné. Zejména z hlediska ekonomického je vhodná kombinace sklizně trav na semeno pro tržní účely a současné využití vymlácené travní slámy pro energetické účely. Tento systém lze doporučit zejména pro realizaci v zemědělské praxi.

Tab. 2: Výsledky stanovení spalného tepla a výhřevnosti v 100% sušině. (průměr za 3 užitkové roky) u trav zařazených v první etapě výzkumu

Tráva	Spalné teplo (kJ.kg ⁻¹)	Výhřevnost (kJ.kg ⁻¹)		
		průměr	max.	min.
Kostřava rákosovitá	18 849	18 245	18 554	17 984
Psineček veliký	19 270	18 661	18 825	18 432
Kostřavice bezbranná	18 577	17 968	18 205	17 654
Ovsík vyvýšený	17 596	16 987	17 356	16 354
Chrastice rákosovitá	18 120	17 504	17 905	17 085
Lesknice kanárská	17 979	17 361	18 005	17 065
Ozdobnice čínská	19 669	19 066	19 186	18 830
Proso seté	19 321	18 716	19 078	18 510
Rákos obecný	18 469	17 852	18 154	17 542
Bezkolenec rákosovitý	18 233	17 625	17 890	17 357
Třtina křovištní	18 895	18 281	18 745	17 958
Sveřep vzpřímený	18 516	17 890	18 056	17 468

V průběhu řešení výzkumu probíhaly zkoušky spalování travní biomasy v malých (tepelný výkon do 50 kW) i velkých kotlích (500 kW-2 MGW) tepelného výkonu. Pro zkoušky v malých kotlích byla travní biomasa peletována. Na základě provedených spalných zkoušek ve velkých kotlích je možné doporučit spalování sena trav předně v kotlích určených pro spalování slámy. Jde o velké kotle Verner Golem s výkonem nad 900 kW. Dále byl úspěšně odzkoušen v roce 2007 kotel LIN-KA dánské firmy Danstoker o výkonu 190 kW. Tráva je

slisována do velkých balíků a tyto jsou spalovány ve spalovnách pro obilní slámu. Pro zkoušky v malých kotlích byla travní hmota zpracována do pelet. Energetické využití pelet z travin je zatím ve fázi testů. Je nutné využít optimalizovaného spalovacího zařízení pro tento druh paliva. Dále je nutné získat poznatky z dlouhodobého provozu spalovacího zařízení, spalujícího travní pelety nebo směsi s travními peletami. Travin představují snadno peletovatelný materiál. U pelet byla testována zejména mechanická odolnost, odolnost vůči vlhkosti, tvrdost a měrná hmotnost. Oblast praktického využití travních peletek v kotlích zejména do 50 kW představuje v současnosti významnou oblast výzkumu energetických trav. Pro stanovení spalného tepla a výhřevnosti byly sledovány travní druhy uvedené v tabulce 2.

Závěr

Trávy jsou využitelné pro energetické účely. Výsledky výzkumu energetických trav byly prezentovány ve čtyřech metodikách zabývajících se pěstováním a využitím trav pro energetické účely. Tři travní směsi jsou certifikovány jako užité vzory pro využití v zemědělství a energetice (Výsevní travní směs pro spalování na bázi ovsíku vyvýšeného, Luční směs pro energetické využití vhodná do vlhčích podmínek a Jetelotravní směs pro konzervaci půdy). V současnosti existují v naší republice dva způsoby pro využití trav pro energetické účely, jedná se o spalování suché travní hmoty a využití, zejména konzervované travní hmoty, pro produkci bioplynu. Pro zemědělskou praxi je vedle produkce sena z travních porostů využitelná technologie pěstování trav na semeno se sklizní vymlácené travní slámy pro energetické účely. Sláma z trav a seno jsou lisovány do velkoobjemových balíků, které jsou spalovány v kotlích pro spalování obilní slámy na vytápění nebo dodávány k dalšímu zpracování, výrobě pelet a briket. Technologie sklizně osiva trav pro tržní účely a využití slámy pro energetické účely zvyšuje ekonomiku pěstování trav na semeno. Výsledky výzkumu využití trav v oblasti výroby energie jsou novým směrem pro využití vysokého potenciálu travní hmoty v České republice.

Dedikace

Publikace je realizována na základě podpory projektu NAZV ČR. Č. QI101C246 Využití fytomasy z trvalých travních porostů a z údržby krajiny.

Použitá literatura

- ANDERT, D., FRYDRYCH, J., ABRHAM, Z., GERNDTOVÁ, I., HEROUT, M.: Energetické využití trav. Metodika. Vydavatel: Výzkumný ústav zemědělské techniky, v.v.i., Praha, 2014, ISBN: 978-80-86884-86-8, 39 s.
- ANDERT, D., FRYDRYCH, J., JUCHELKOVÁ, D., GERNDTOVÁ, I.: Energetické využití trav a travních směsí. In Příručka pro pěstování, spalování a využití trav při výrobě bioplynu. Vydavatel Výzkumný ústav zemědělské techniky, v.v.i., Praha 2007. ISBN: 978-80-86884-35-6, 2007: 110 s.
- FRYDRYCH, J., CAGAŠ, B., MACHÁČ, J.: Energetické využití některých travních druhů. Praha, ÚZPI 2002. 35s. Zemědělské informace. r. 2001, č. 23
- MACHÁČ, R., FRYDRYCH, J., ŠRÁMEK, P. (2011): Možnosti zvyšování druhové diverzity travních porostů a jejich využití pro energetické účely, certifikovaná metodika.
- ZAJONC, O., FRYDRYCH, J.: Mechanické vlastnosti pelet z energetických travin. [The mechanical properties of pellets from energy grasses] AgritechScience [online], 2012, roč. 6, č. 2, s. 1-4. ISSN 1802-8942. Dostupné z: <http://www.agritech.cz/clanky/2012-2-9.pdf>

Kontaktní adresa:

Ing. Jan Frydrych, OSEVA vývoj a výzkum s.r.o., Hamerská 698, Zubří 756 54
frydrych@oseva.cz

VLIV UTUŽENÍ PŮDY A NEDOSTATKU VODY NA VELIKOST KOŘENŮ PLODIN

The effect of soil compaction and water shortage on root size of crops

Haberle J., Svoboda P., Kurešová G., Neumannová A.

Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha-Ruzyně

Abstrakt

V kontejnerových pokusech byl sledován vliv utužení půdy a nedostatku vody na kořeny kukuřice, slunečnice, jarního ječmene a ozimé pšenice. Velikost kořenů byla určena přímo, separací kořenů vodou na sítích, a měřením elektrické kapacity kořenů (EC). Utužení i sucho snižovalo hmotnost nadzemních i podzemních částí, hloubku a hustotu kořenů, zvláště při společném působení. Hodnoty EC korelovaly pozitivně s hmotností a délkou kořenů a měření EC tak umožnilo v průběhu růstu nedestruktivně indikovat redukci kořenového systému v důsledku nepříznivých půdních podmínek.

Klíčová slova: délka kořenů, hloubka kořenů, stres

Abstract

The effect of soil compaction and water shortage on root size of maize, sunflower, spring barley and winter wheat crops was studied in container experiments. The size of root system was determined directly by separating roots from soil with water on sieves and by measuring root electrical capacitance (EC). Soil compaction and water shortage reduced shoot and root growth, root depth and total length, especially, when negative factors were imposed together. The size of root system determined by EC correlated positively with root mass and total length and thus enabled to indicate non-destructively the reduction of root system due to unfavourable soil conditions.

Key words: root length, root depth, stress

Úvod

Velikost kořenů je jeden z důležitých znaků podmiňujících schopnost rostlin přežít nebo se přizpůsobit nepříznivým abiotickým podmínkám v půdě, především nedostatku vody a živin (např. Chloupek et al. 2010, Kong et al. 2013). Kolísání dostupné zásoby vody se bude kvůli klimatickým změnám pravděpodobně zvyšovat a to bude posilovat význam kořenového systému pro stabilitu výnosů. Hloubka kořenů, jejich hustota a distribuce v půdním profilu jsou nejčastějšími ukazateli schopnosti rostliny využívat vodu a živiny z půdy (Haberle, Svoboda 2012, Haberle a kol. 2015, Kirkegaard et al. 2007). Také určení vlivu limitujících faktorů, jako je utužení půdy, na rozvoj kořenů a příjmové funkce je důležité pro zemědělskou praxi (Bengough et al. 2011). Přímé určení velikosti kořenového systému v polních podmínkách je pracné a časově náročné. Mezi nedestruktivní metody patří měření elektrické kapacity kořenů (EC), které navrhnul a ověřil Chloupek (1972). Metoda měření EC byla ověřena především na jednoletých plodinách, ale i vytrvalých druzích a dřevinách, Heřmanská et al. (2015) použili metodu pro výběr a šlechtění na větší velikost kořenů.

Cílem příspěvku bylo určit vliv nedostatku vody a utužení půdy na velikost kořenového systému plodin a ověřit možnost určení velikosti kořenů pomocí měření elektrické kapacity.

Metody a materiál

Pokusy probíhaly ve skleníku VÚRV, v.v.i. v Ruzyni u Prahy v letech 2012 a 2013. Pokus měl 4 varianty tvořené kombinacemi: utužená (U) a neutužená půda (K), zavlažovaná (V) a stresovaná (S) varianta. Rostliny kukuřice, slunečnice, jarního ječmene a ozimé pšenice byly pěstovány v počtu 3 (slunečnice) nebo 4 jedinců v plastových kontejnerech (válce o výšce 60 cm a průměru 10 cm), naplněných odváženým množstvím směsi zeminy (jílovito-hlinitá půda) a písku (3:1) ve dvou (2012) nebo třech (2013) opakováních (kukuřice 2012 bez opakování). Do nádob byla nasunuta plastová folie, která umožnila bez poškození vyjmout

celý válec půdy s kořeny. Substrát byl utužen kombinací opakovaného sklepávání a zhuťování při plnění nádob, v roce 2012 na $1,63 \text{ g/cm}^3$ (utužení) a $1,41 \text{ g/cm}^3$ (kontrola), v roce 2013 na $1,46 \text{ g/cm}^3$ (utužení) a $1,28 \text{ g/cm}^3$ (kontrola), aby byl umožněn lepší růst kořenů do hloubky i při utužení.

Při založení pokusu byla půda zavlažena na 90% polní kapacity. Vodní stres byl navozen vyloučením záливky u poloviny nádob, menší množství vody bylo doplněno ke konci pokusu, kdy obsah vody klesl pod 20% využitelné vodní kapacity a hrozilo uschnutí rostlin. Druhá polovina kontejnerů byla udržována na úrovni okolo 70% VVK. Kontejnery byly váženy každých 3-5 dní. Rostliny byly sklizeny po 8 týdnech, byla určena hloubka nejdelšího kořene, kořeny z horní vrstvy 35 cm a spodních 25 cm byly samostatně separovány vodou na sítěch a byla stanovena celková délka kořenů. Byla určena čerstvá a suchá hmotnost nadzemních částí a kořenů.

Pro ověření vlivu vlhkosti půdy na EC byl se stejnými druhy založen doplňkový pokus v plastových květináčích (1 kg substrátu) ve vegetační komoře. Byla měřena EC při suché půdě a několik hodin po zvlhčení (záливce půdy). Po 4 týdnech byla určena hmotnost nadzemních částí a kořenů a délka kořenů.

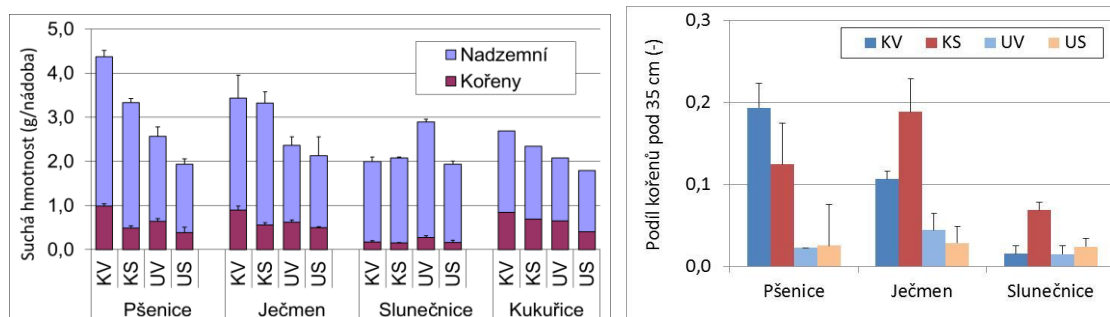
Elektrická kapacita kořenů (EC) byla měřena týden a těsně před ukončením pokusů.

Jedna elektroda, kovová jehla, byla zapíchnuta do půdy v nádobě do hloubky 12 cm, tak aby se nedotýkala rostlin. Druhá elektroda, kovové kleště (klipsna) byla použita pro sevření rostliny včetně odnoží asi 3 cm nad povrchem půdy (Heřmanská et al. 2015). EC byla měřena pomocí LCR metru, každá rostlina byla proměřena 2x. Pro hodnocení jsou použity průměry.

Výsledky a diskuse

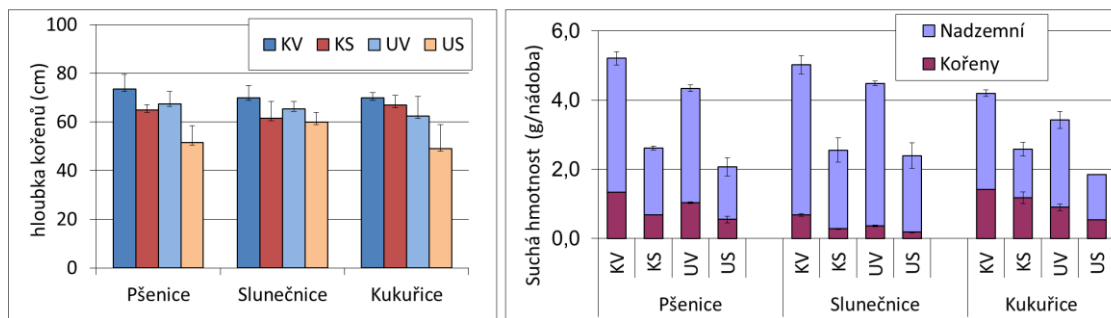
Nadzemní části a kořeny

Nedostatek vody a utužení redukovaly růst nadzemních částí v pokusu 2012 (obr.1), v roce 2013 byl díky nižší objemové hmotnosti půdy negativní vliv utužení na rostliny v případě dostatku vody menší (obr.2). V pokusu se projevil určité rozdíly mezi druhy (např. slabší vliv utužení při dostatku vody u slunečnice), které by zasluhovaly další zkoumání, ale téměř ve všech případech se největší redukce růstu projevila při společném působení nedostatku vody a utužení (obr.1 a 2), v souladu s literárními údaji (např. Whitmore, Whalley 2009, Bengough et al. 2011).



Obr.1 Vliv utužení a sucha na hmotnost nadzemních částí a kořenů a podíl kořenů ve spodní části profilu. Pokus 2012.

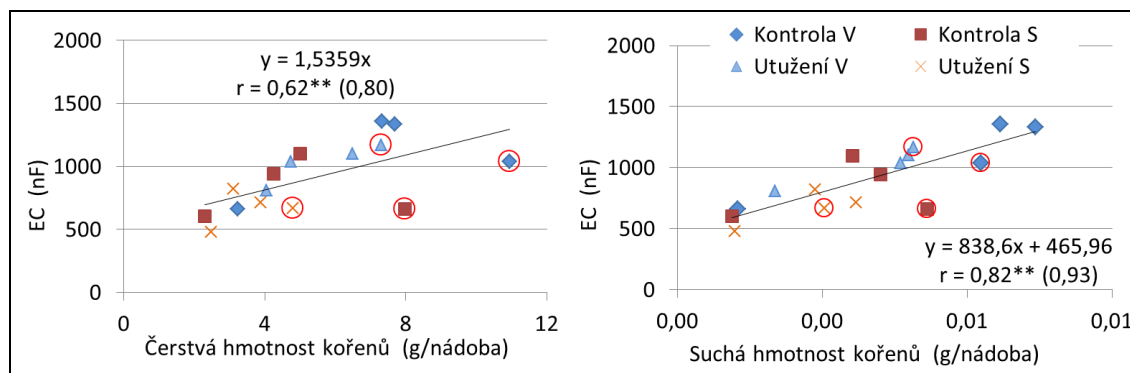
Utužení, zvláště v kombinaci s nedostatkem vody, snížilo ve většině případů celkovou délku, čerstvou i suchou hmotnost kořenů, hloubku kořenů a podíl kořenů, které rostly pod 35 cm (obr.1 a 2). Samotný nedostatek vody zvýšil v některých případech hloubku kořenů, ale utužení bránilo projevu tohoto adaptačního mechanismu. V praxi tak utužené podorniční zhoršuje přístup k zásobám vody v podorničí, což se výrazně projeví v suchých obdobích, jako byl letošní rok 2015.



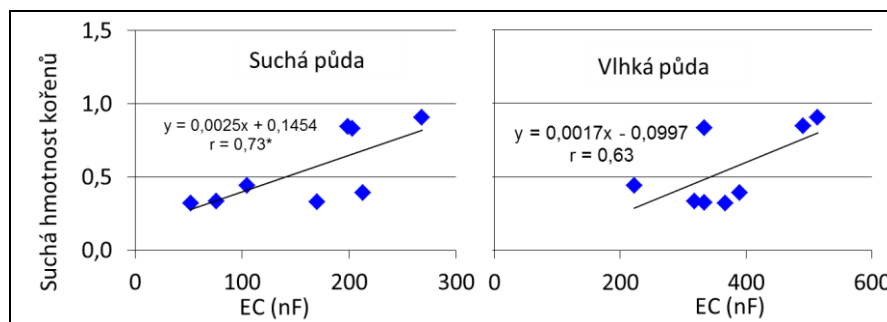
Obr. 2 Vliv utužení a sucha na hmotnost nadzemních částí a kořenů a hloubku kořenů (nejdelší kořenová osa). Pokus 2013.

Elektrická kapacita kořenů

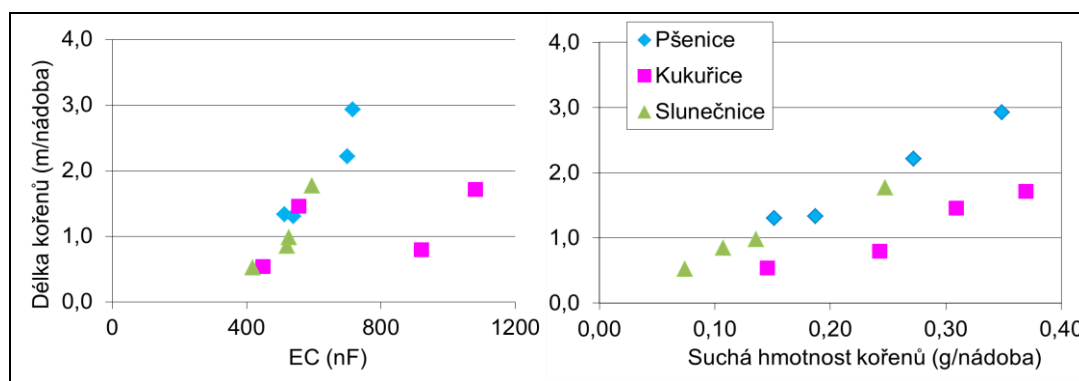
Hodnoty elektrické kapacity (EC) zřetelně indikovaly redukci velikosti kořenů v důsledku utužení půdy a nedostatku vody. Korelační koeficient mezi EC a hmotností nebo délkou kořenů plodin se pohyboval mezi $r = 0,6$ a $0,8$ (obr.3). Těsnost vztahu snižovaly odlišné hodnoty kukuřice, zřejmě v důsledku silnějších kořenů (nižší specifická délka, tj. délka kořenů na jednotku hmotnosti) ve srovnání s ostatními druhy (obr.5). To je v souladu s biofyzikálním základem měření EC, které odpovídá celému aktivnímu povrchu kořenů. Metoda je z principu citlivá k vlhkosti půdy, koncentraci půdního roztoku a pozici elektrody na rostlině. Korelace mezi opakovanými měřeními na stejných rostlinách se pohybovala většinou okolo $r = 0,8 - 0,9$. Opakované měření EC před a po závlivce vysušené půdy se lišilo, ale hodnoty spolu korelovaly (obr.4).



Obr. 3 Vztah mezi čerstvou nebo suchou hmotou kořenů a elektrickou kapacitou rostlin. Korelační koeficient pro všechny plodiny, v závorce korelace bez kukuřice (hodnoty zakroužkovány). Pokus 2012.



Obr. 4 Vztah mezi elektrickou kapacitou a hmotností kořenů při měření v suché a zavlažené půdě. Pokus 2013, květináče.



Obr. 5 Vztah mezi elektrickou kapacitou a celkovou délkou kořenů (vlevo) a suchou hmotností a délkou kořenů (vpravo). Pokus 2013.

Závěr

Nedostatek vody prohluboval negativní vliv utužení na růst kořenů plodin. Metoda měření velikosti kořenů pomocí elektrické kapacity umožňuje nedestruktivní indikaci vlivu nepříznivých faktorů na kořenový systém v průběhu růstu plodin. Metoda je ale citlivá k podmínkám měření.

Dedikace

Pokusy a hodnocení byly podpořeny projektem MZe NAZV QI111C080 a MZe RO0414.

Použitá literatura

- Bengough A.G., McKenzie B.M., Hallett P.D., Valentine T.A. 2011. Root elongation, water stress, and mechanical impedance: a review of limiting stresses and beneficial root tip traits. *Exp. Bot.* 62: 59-68.
- Haberle J., Svoboda P. 2012. Distribuce kořenů pšenice v půdním profilu a využitelná zásoba dusíku a vody. *Úroda*, 60 79-84 (vědecká příloha, CD).
- Haberle J., Vlček V., Kohut M., Dostál J., Středa T., Svoboda P. 2015. Balance a určení dostupné zásoby vody v kořenové zóně plodin. *Metodika pro praxi. VÚRV, v.v.i.*, 36 s.
- Heřmanská A., Středa T., Chloupek O. 2015. Improved wheat grain yield by a new method of root selection. *Agron. Sustain. Dev.* 35: 195-202.
- Chloupek O. 1972. The relationship between electric capacitance and some other parameters of plant roots. *Biol. Plantarum* 14: 227-230.
- Chloupek O., Dostál V., Středa T., Psota V., Dvořáčková O. 2010. Drought tolerance of barley varieties in relation to their root system size. *Pl. Breeding* 129: 630-636.
- Kirkegaard J.A., Lilley J.M., Howe G.N., Graham J.M. 2007. Impact of subsoil water use on wheat yield. *Aust. J. Agr. Res.* 58: 303-315.
- Kong L., Si J., Sun M., Feng B., Zhang B., Li S., Wang Z., Wang F. 2013. Deep roots are pivotal for regulating post-anthesis leaf senescence in wheat (*Triticum aestivum* L.). *J. Agron. Crop. Sci.* 199: 209-216.
- Whitmore A.P., Whalley R. 2009. Physical effects of soil drying on roots and crop growth *J. Exp. Bot.* 60: 2845-2857.

Kontaktní osoba:

Ing. Jan Haberle, CSc.

Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha-Ruzyně

haberle@vurv.cz

OBSAH RIZIKOVÝH PRVKŮ V PŮDĚ PO APLIKACI EXOGENNÍ ORGANICKÉ HMOTY

Content of risk elements in soil after exogenic organic matter application

Hábová M.¹, Pospíšilová L.¹, Renčiuková V.²

¹Mendelova univerzita v Brně

²Výzkumný ústav zemědělské techniky, v. v. i., Praha

Abstrakt:

V nádobových pokusech ve fytozonu CLF PlantMaster (Wertingen, Germany) byl sledován vliv aplikace exogenní organické hmoty na obsah těžkých kovů v půdě. Aplikovány byly: biouhel, digestát, kompost, lignit a lignohumát. Obsah těžkých kovů byl zjišťován screeningovou metodou pomocí přístroje XRF – XL3t, který detekuje širokou škálu prvků přítomných v půdě *in situ*. Byly detekovány – As, Pb, Zn, Cr a V. Obsah rizikových prvků v zemině na žádné z variant nepřekračoval povolený limit a byla dodržena vyhláška č. 13/1994 Sb. pro maximálně přípustné obsahy rizikových prvků v zemědělských půdách ČR.

Klíčová slova: rizikové prvky, exogenní organická hmota, nádobový pokus

Abstract:

Pot experiments were carried out in phytotron CLF PlantMaster (Wertingen, Germany). We aimed at evaluation of risk elements content in soil after exogenic organic matter application (biochar, compost, digestate, lignite, and lignohumate). Total content of risk elements was determined by screening method using the XRF – XL3t analyser. Following elements were found: As, Pb, Zn, Cr, and V. We can conclude that wide range of elements were presented in soil samples but no limits for risk elements content were overstep according to law declaration No 13/1994 Sb.

Key words: risk elements, exogenic organic matter, pot experiment

Úvod

Velmi účinným prostředkem pro zlepšení fyzikálních, chemických a biologických vlastností a kvality půdy je využití exogenní organické hmoty. Lignohumát je vysoce výkonné, praktické a dostupné huminové hnojivo obsahující chelátové mikro prvky a žádné balastní látky. Působí jako růstový stimulant a činidlo omezující působení zátěžových faktorů. Digestát je zbytek po fermentačním procesu vznikající anaerobní fermentací při výrobě bioplynu. Přestože je digestát definován dle vyhlášky jako organické hnojivo, svým složením, vlastnostmi a rychlým účinkem se blíží spíše minerálnímu hnojivům. Jak uvádějí Dostál, Richter (2008) a Cigánek a kol. (2010) poměr C/N v digestátech je zpravidla nižší než 10/1, přičemž při digesci zpravidla narůstá podíl agrochemicky cenného amonného dusíku (N-NH_4^+) z dusíku celkového. Biouhel je zuhelněná biomasa, která vznikla termickou přeměnou (nízkoteplotní pyrolýza, karbonizace). V podstatě jde o obdobu dřevního uhlí, ale ze zbytkové a odpadní biomasy. Uhlík váže živiny a důležité látky (dusík, fosfor, draslík), které se z půdy nevyplavují. Má velkou retenční schopnost, takže váže v půdě i vodu. Komposty jsou organicko-minerální hnojiva, která zlepšují bilanci hnojení organickými hnojivy. Vyrábějí se z odpadových hmot organického původu a zeminy.

Těžké kovy jsou cizí látky, které nemají povahu biogenních prvků. V přirozených podmínkách se nacházejí v malých množstvích, ale člověk může výrazně aplikací různých látek do půdy jejich obsah zvýšit. Z půdy se mohou vázat do potravinového řetězce a ovlivňovat zdraví živých organismů a lidí. Toxicita těžkých kovů souvisí s formou, ve které se tyto prvky vyskytují (speciace) a s délkou setrvání v půdě. Nejčastěji se jedná o tyto prvky: As, Cd, Co, Cr, Cu, Mo, Ni, Pb, V, Zn. Množství a forma těžkých kovů v půdě závisí na: mineralogickém složení půd, intenzitě zvětrávání, obsahu jílových minerálů, množství organických látek a humusu (Richter, 2004). Cílem příspěvku je stanovit obsah rizikových

prvků v půdě po aplikaci exogenní organické hmoty (biouhel, digestát, kompost, lignit, lignohumát) v průběhu laboratorního pokusu.

Materiál a metody

Nádobové pokusy probíhaly ve fytotronu CLF PlantMaster (Wertingen, Germany). Režim pokusu byl nastaven na denní teplotu 20°C, noční teplotu 18°C, vlhkost vzduchu 65 % po celý den, délka svitu 12 hodin, intenzita osvětlení 300 $\mu\text{m}^{-1} \text{s}^{-1}$. Pro nádobové pokusy byla použita kambizem modální (Vatín, ČR). Její základní parametry byly stanoveny podle Zbíral a kol. (1997) a jsou uvedeny v Tab. 1. Bylo aplikováno 50 g organických látek (biouhel, digestát, kompost, lignit a lignohumát) na cca 835 g zeminy. Pouze u lignohumátu byla použita nižší dávka (5 g) a to z důvodu vysokého obsahu solí v preparátu. Do takto připravené zeminy byl zaset salát hlávkový letní (*Lactuca sativa*). Těžké kovy (As, Cd, Co, Cr, Cu, Mo, Ni, Pb, V, Zn) byly změřeny pomocí přenosného XRF přístroje XL3t GOLDD+ (obr. 1). Jedná se o screeningovou metodu, která stanovuje širokou škálu prvků přítomných v půdě *in situ*. Podrobné údaje o přístroji jsou dostupné na www.tttenviro.com/manual-XL3-series. Obsah těžkých kovů v zemině byl vyhodnocen dle Němečka a kol. (2010).

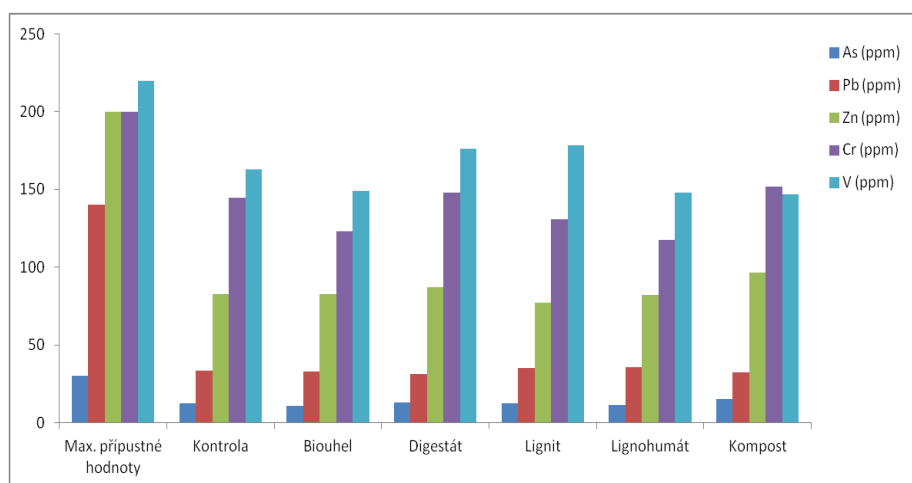
Výsledky a diskuze

Z vybraných těžkých kovů byly ve sledovaných variantách pokusu detekovány: As, Pb, Zn, Cr a V. Zbylé prvky byly pod mez detekce. Arsen dosahoval hodnot v rozmezí 10–16 ppm a nejvyšší obsah byl zjištěn po aplikaci kompostu (15,61 ppm). Uvedená hodnota nepřekročila povolený limit 30 ppm a ani u dalších variant obsah arsenu nepřekročil povolený limit (obr. 2). Obsah olova byl nejvyšší po aplikaci lignohumátu a to 35,61 ppm. Hodnoty u ostatních variant byly obdobné kolem 30 ppm. Množství olova v půdě bylo výrazně pod hranicí maximální přípustnosti, která činí 140 ppm. Pro zinek a chrom je maximální přípustná hodnota 200 ppm. U obou prvků nebyla tato hranice v rámci pokusu překročena. Zinek se pohyboval v rozmezí 75–97 ppm a chrom v rozmezí 117–152 ppm. Nejvyšších hodnot dosahovaly po aplikaci kompostu (Zn = 96,47 ppm a Cr = 151,6 ppm). U vanadu byly zjištěny nejvyšší hodnoty po aplikaci lignitu a to 178,56 ppm. Tato hodnota byla však pod hranicí limitu, který činí 220 ppm.

Můžeme tedy konstatovat, že v průběhu aplikace vybraných PPL nebyl zjištěn zvýšený obsah TK v půdě. Podobné výsledky po aplikaci lignitu publikovali Dudley et al. (2004) a Havelcová et al. (2009).

Tabulka 1: Základní vlastnosti kambizemě modální

Půdní typ	pH/H ₂ O	pH/KCl	KVK (cmol/kg)	Obsah jíl. částic (%)	Vodivost (mS/cm)	Karbonáty (%)
Kambizem modální (Vatín)	5,1	4,7	14,2	22	0,2	0

Obr. 1: Niton XL3t GOLDD+ (www.tttenviro.com/manual-XL3-series)

Obr. 2: Průměrné hodnoty obsahu těžkých kovů po aplikaci PPL

Závěr

V průběhu aplikace vybraných půdních pomocných látek nebyl zjištěn zvýšený obsah těžkých kovů v půdě. Všechny námi detekované těžké kovy (As, Pb, Zn, Cr, V) nepřekračovaly dle vyhlášky č. 13/1994 Sb. maximální přípustné obsahy rizikových prvků v zemědělských půdách ČR. Ostatní rizikové prvky (Cd, Co, Cu, Mo, Ni, Zn) byly pod hranicí detekce.

Dedikace

Studie byla podpořena Interní grantovou agenturou Agronomické fakulty Mendelovy university v Brně - IGA IP 29/2015 „Vliv vybraných půdních kondicionérů na množství a kvalitu humusových látek“.

Použitá literatura

- CIGÁNEK, K., LOŠÁK, T., SZOSTKOVÁ, M., ZATLOUKALOVÁ, A., PAVLÍKOVÁ, D., VÍTEŽ, T., FRYČ, J., DOSTÁL, J. 2010. Ověření účinnosti hnojení digestáty z bioplynových stanic na výnos ozimé řepky a ozimé pšenice a změny vybraných agrochemických vlastností půdy. *Agrochémia/Agrochemistry*. 2010. sv. XIV. (50), č. 3, s. 16-21. ISSN 1335-2415.
- DOSTÁL, J., RICHTER, R. 2008. Porovnání kvality kejdy s digestátem z bioplynových stanic a jejich využití ke hnojení zemědělských plodin. In: *Sborník z odborného semináře „Kukuřice v praxi 2008“*, MZLU v Brně, KWS OSIVA, s.r.o., 35-46. ISBN 978-80-7375-135-7
- DUDLEY, J. B., PERTUIT, A. J. & TOLER, J. E., 2004: Leonardite influences Zinnia and Marigold growth. *Hort. Sci.* 39: 251–255.

- HAVELCOVÁ, M., MIZERA, J., SÝKOROVÁ, I., PEKAŘ, M., 2009. Sorption of metal ions on lignite and derived humic substances. J. Hazard Mater. 2009, vol. 161, No 1: 559-564. ISSN 0304-3894.
- NĚMEČEK, J., VÁCHA, R., PODLEŠÁKOVÁ, E. 2010. Hodnocení kontaminace půd v ČR. Praha. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půd. ISBN 978-80-86561-02-4.
- RICHTER, R. 1999. Výživa a hnojení rostlin - praktická cvičení, MZLU v Brně, 187s. ISBN 80-7157-346 -9
- RICHTER, R. A KUBÁT, J., 2003. Organická hnojiva, jejich výroba a použití, Ústav zemědělský a potravinářských informací, Praha, 56 s., ISBN 80-7271-133-4
- ZBÍRAL, J., HONSA, I., MALÝ, S. 1997. Jednotné pracovní postupy, UKZUZ, 1.vyd. Brno.150 s.
- www.tttenviro.com/manual-XL3-series

Kontaktní adresa:

Ing. M. Hábová

Mendelova univerzita v Brně, AF

Ústav agrochemie, půdoznalství, mikrobiologie a výživy rostlin

Zemědělská 1, 613 00 Brno, ČR, tel: +420545133059

habova.mh@seznam.cz

VLIV FYZIKÁLNÍCH VLASTNOSTÍ NA BIOLOGII PŮDY

Effect of physical properties on soil biology

Hladký J.¹, Kynický J.¹, Muchová, M.¹, Juříčka D.¹, Brtnický M.², Novotná J.³¹Mendelova univerzita v Brně, Lesnická fakulta²Mendelova univerzita v Brně, Agronomická fakulta³Zemědělský výzkum, spol s.r.o Troubsko**Abstrakt**

Biologické vlastnosti půdy jsou výrazně ovlivňovány fyzikálními a chemickými vlastnostmi. Cílem práce tedy bylo ověřit korelační vztahy mezi vybranými biologickými a fyzikálními vlastnostmi na 13 pozemcích poškozených vodní erozí. Zejména bazální respirace dosahovala s vybranými fyzikálními vlastnostmi nejsilnějších korelací, jejíž hodnota byla nejvyšší v případě minimální vzdušnosti a retenční vodní kapacity ve střední poloze svahu, tedy v místech nejvíce poškozených erozí.

Klíčová slova: černozem, biologické vlastnosti, fyzikální vlastnosti

Abstract

The biological properties of the soil are significantly influenced by the physical and chemical properties. The aim of this work was to verify correlations between selected biological and physical properties at 13 lands damaged by water erosion. In particular, basal respiration reached selected physical properties of the strongest correlations, the value of which was highest in the case of minimum airiness and water retention capacity in the intermediate position on a slope, at the areas damaged by erosion.

Key words: Chernozem, biological properties, physical properties

Úvod

Biologické vlastnosti půdy jsou stále v případě hodnocení její kvality upozadovány. Mohou přitom o půdě mnohé vypovědět. Biologický stav půdy je rovněž považován za klíčový aspekt v hodnocení půdní kvality. Půdní biologické charakteristiky totiž mohou poskytnout velmi cenné informace o změnách dalších půdních vlastností. Přitom řadu mikrobiologických a biologických parametrů je možné stanovovat velmi rychle a přesně v laboratoři, případně dokonce v terénu. Zvláště citlivé jsou biologické charakteristiky půdy na změnu v hospodaření, na půdní degradaci a kontaminaci (Brookes, 1995). Například v případě erozně poškozených pozemků jsou biologické půdní vlastnosti vysoce degradovány a půda téměř ztrácí biologické oživení (García et al., 2000). Nicméně, ze samotných biologických vlastností je jen obtížně rozpoznatelné, která fyzikální a chemická charakteristika půdy je poškozena. Autoři (Tejada et al., 2006; Wei et al., 2011) se proto pokusili korelovat biologické vlastnosti půdy s charakteristikami fyzikálními a chemickými, aby zjistili vzájemné vztahy. Autoři se zaměřili na půdy poškozené nadměrným zhutněním, tedy s porušenými fyzikálními vlastnostmi. Dále na půdy kontaminované a v posledním případě na půdy poškozené půdní erozí. Ve své studii zjistili, že půdy poškozené erozí preferují jiné mikroorganismy, než v případě zdravých půd a že lze na základě respiračních textů prováděných v laboratoři, ale i přímo v terénu zjistit míru poškození řady dalších fyzikálních vlastností. Zejména pak pórovitosti, objemové hmotnosti a vzdušnosti půdy. Pro svoji práci využili následující půdní biologické vlastnosti: bazální respiraci, fyziologickou využitelnost půdního dusíku, lehce využitelné organické látky a vzájemný poměr posledně dvou uvedených.

Cílem předkládané práce je zhodnotit vliv půdní eroze na biologické vlastnosti půdy a zejména pokusit se pomocí jednoduché korelační analýzy určit vztahy mezi vybranými fyzikálními a biologickými vlastnostmi půdy.

Materiál a metody

Vzorky byly odebrány celkem na 13 pozemcích, na kterých se vyskytovaly černozemě a byly různě poškozeny vodní erozí. Vždy byly odebírány z orniční vrstvy z horní části svahu, kde se poškození erozí nevyskytovalo, následně ve střední části svahu, kde bylo poškození erozí největší a ve spodní části svahu, kde byla naakumulována zemina smytá z vyšších poloh. Každé měření bylo prováděno ve třech opakováních. Pro každou charakteristiku a svahovou polohu tedy vznikl soubor 39 hodnot, který byl použit pro následné provedení korelační analýzy.

Byly stanoveny následující půdní biologické vlastnosti dle Foukalové (2012): Fyziologická využitelnost půdního dusíku (N:B), lehce využitelné organické látky v půdě (G:B), vzájemný poměr lehce využitelného uhlíku a dusíku v půdě (G:N) a samozřejmě bazální respirace (B).

Výsledky a diskuze**Tabulka 1: Korelace vrch pozemku**

Korelace - vrch pozemku				
	<i>N:B</i>	<i>G:B</i>	<i>G:N</i>	<i>B</i>
Maximální kapilární vodní kapacita	0,57937	0,21433	0,13734	0,05053
Retenční vodní kapacita přibližná	-0,2361	-0,2014	-0,0647	-0,1497
Měrná hmotnost	0,5242	0,07219	0,00032	-0,1436
Objemová hmotnost redukována	-0,4317	-0,6567	-0,4958	-0,6255
Provzdušenost	0,11766	0,53377	0,05111	0,42909
Pórovitost	0,54343	0,68649	0,52179	0,60364
Minimální vzdušnost	0,1251	0,52187	0,41465	0,55584

Tabulka 2: Korelace střed pozemku

Korelace - střed pozemku				
	<i>N:B</i>	<i>G:B</i>	<i>G:N</i>	<i>B</i>
Maximální kapilární vodní kapacita	0,05759	0,37125	0,30797	-0,1116
Retenční vodní kapacita přibližná	-0,0174	-0,4721	-0,1588	-0,7405
Měrná hmotnost	-0,1018	0,35923	0,35755	-0,0972
Objemová hmotnost redukována	-0,208	-0,3605	-0,3048	-0,6135
Provzdušenost	0,26723	0,23819	0,31139	0,25992
Pórovitost	0,24401	0,52252	0,44611	0,50606
Minimální vzdušnost	0,2451	0,29069	0,25667	0,72654

Tabulka 3: Korelace spodek pozemku

Korelace - spodek pozemku				
	<i>N:B</i>	<i>G:B</i>	<i>G:N</i>	<i>B</i>
Maximální kapilární vodní kapacita	0,41459	0,11868	-0,5579	0,1736
Retenční vodní kapacita přibližná	-0,0245	-0,1216	0,09418	-0,0783
Měrná hmotnost	-0,002	0,0598	-0,4834	0,26305
Objemová hmotnost redukována	-0,2888	-0,6417	-0,249	-0,5702
Provzdušenost	0,16574	0,33621	0,44543	0,15143
Pórovitost	0,36735	0,6101	-0,009	0,55558
Minimální vzdušnost	0,12897	0,66152	0,42681	0,55096

V předkládané práci jsme se zaměřili na korelační vztahy mezi vybranými fyzikálními vlastnostmi půdy a biologickými vlastnostmi půdy. Tejada et al. (2006) ve své práci tvrdí, že některé biologické vlastnosti jsou dobrým ukazatelem vlastností fyzikálních. Autoři kromě jiných biologických vlastností stanovovali bazální respiraci. Měření probíhala jak přímo v terénu, tak v laboratoři na přivezených vzorcích. Autoři zjistili silnou korelaci mezi bazální respirací měřenou v terénu i v laboratoři a celkovou pórovitostí, objemovou hmotností, maximální kapilární vodní kapacitou a provzdušeností. K podobným závěrům došli i autoři Wei et al. (2011), kteří uvádějí, že z biologických vlastností dobře korelují zejména vlastnosti fyzikální, které bezprostředně vyjadřují obsah vzduchu či vody. Toto zjištění je v souladu s poznatkem, že mikroorganismy potřebují ke svému životu určité množství vzduchu a optimální vlhkost.

Jak je z tabulek 1 – 3 patrné, v případě bazální respirace (B) byla nalezena korelace téměř ve všech případech. Pouze ve vrchní poloze (tabulka 1) nebyla nalezena korelace mezi bazální respirací a maximální kapilární vodní kapacitou, ve středové poloze (tabulka 2) mezi bazální respirací a měrnou hmotností a v podsvahové poloze (tabulka 3) mezi bazální respirací a retenční vodní kapacitou.

Jak je patrné z tabulek 1 – 3 byly však nalezeny korelace i střední a dokonce i korelace silná. Korelační závislost byla přitom nalezena i v případě dalších biologických vlastností (tabulka 1- 3). Obecně můžeme říci, že ve střední poloze svahu jsou korelace silnější v případě minimální vzdušnosti a retenční vodní kapacity. V případě této polohy bylo zaznamenáno výrazné porušení fyzikálních vlastností.

Jak uvádí autoři Tejada et al. (2006), je však třeba pamatovat na skutečnost, že korelace ještě neznamená příčinný vztah a je nutné tyto vztahy podrobit hlubší analýze. Přesto se však využití biologických vlastností k odhadu míry poškození fyzikálních charakteristik půdy jeví jako perspektivní cesta a autoři publikace budou v tomto směru dále pokračovat.

Závěr

Podařilo se najít korelační vztahy mezi některými fyzikálními vlastnostmi půdy a biologickými vlastnostmi půdy. Zejména bazální respirace dosahovala s vybranými fyzikálními vlastnostmi nejsilnějších korelací, jejíž hodnota byla nejvyšší v případě minimální vzdušnosti a retenční vodní kapacity ve střední poloze svahu, tedy v místech nejvíce poškozených erozí.

Obecně tedy můžeme konstatovat, že využití biologických vlastností půdy k predikci fyzikálních charakteristik a míry jejich degradace je teoreticky možná. Praktické využití však bude muset být ověřeno na mnohem větším souboru dat při provedení důkladné statistické analýzy.

Dedikace

Tento příspěvek vznikl díky projektu NAZV QJ1230066.

Literatura

- BROOKES, P. C. The use of microbial parameters in monitoring soil pollution by heavy metals. *Biology and Fertility of Soils*. 1995, 19(4): 269-279. ISSN 0178-2762.
- FOUKALOVÁ, J, M BRTNICKÝ a E POKORNÝ. Sledování některých biologických vlastností u vybraných hlavních půdních jednotek černozemí. *Úroda*. 2012, 12(1): 1-4. ISSN 0139-6013.
- GARCÍA-GIL, J.C, C PLAZA, P SOLER-ROVIRA a A POLO. Long-term effects of municipal solid waste compost application on soil enzyme activities and microbial biomass. *Soil Biology and Biochemistry*. 2000, 32(13): 1907-1913. ISSN 00380717.
- INSAM, H., C.C. MITCHELL a J.F. DORMAAR. Relationship of soil microbial biomass and activity with fertilization practice and crop yield of three ultisols. *Soil Biology and Biochemistry*. 1991, 23(5): 459-464. ISSN 00380717.
- MEDINA, E., C. PAREDES, M.A. BUSTAMANTE, R. MORAL a J. MORENO-CASELLES. Relationships between soil physico-chemical, chemical and biological properties in a soil amended with spent mushroom substrate. *Geoderma*. 2012, 173-174: 152-161. ISSN 00167061.
- PÉREZ-PIQUERES, Ana, Véronique EDEL-HERMANN, Claude ALABOUVETTE a Christian STEINBERG. Response of soil microbial communities to compost amendments. *Soil Biology and Biochemistry*. 2006, 38(3): 460-470. ISSN 00380717.
- TEJADA, M., M. T. HERNANDEZ a C. GARCIA. Application of Two Organic Amendments on Soil Restoration: Effects on the Soil Biological Properties. *Journal of Environment Quality*. 2006, 35(4): 1010-1015. ISSN 1537-2537.
- WEI, Xiaorong, Mingan SHAO, Xiaoli FU, Göran I. ÅGREN a Xianqiang YIN. The effects of land use on soil N mineralization during the growing season on the northern Loess Plateau of China. *Geoderma*. 2011, 160(3-4): 590-598. ISSN 00167061.

Kontaktní adresa:

Ing. Jan Hladký, Ph.D
Ústav geologie a pedologie, LF, Mendelu v Brně
Zemědělská 1
e-mail: jan.hladky@mendelu.cz

MOŽNOSTI POUŽITÍ REGULÁTORŮ RŮSTU V JARNÍM JEČMENI**Possibility of growth regulators application in spring barley****Houšť M.***Mendelova univerzita v Brně***Abstrakt**

Tato práce se zabývá použitím regulátorů růstu k omezení poléhání jarního ječmene (*Hordeum vulgare* L.). V pokuse byl vliv regulátorů růstu sledován na odrůdě jarního ječmene Bojos. Hlavním úkolem práce bylo vést intenzivní porost ječmene se zaměřením se na správnou aplikaci regulátorů růstu dle pěstitelských metodik. Přípravky regulátorů růstu se využívaly v různých vzájemných kombinacích a dávkách ve třech aplikačních termínech. Při různých dávkách a kombinacích může dojít k negativnímu působení na produkci ječmene. Proto byly sledovány a hodnoceny délka stébla, délka klasů, počty zrn v klase a výnos zrna sladovnického ječmene. Při sledování a vyhodnocování těchto parametrů, nebyl zjištěn žádný negativní vliv různých kombinací a dávek regulátorů růstu na produkci jarního ječmene i při efektu celkového zkrácení porostu.

Klíčová slova: jarní ječmen, regulátory růstu, výnos

Abstract

This paper deals with the use of growth regulators to reduce spring barley lodging (*Hordeum vulgare* L.). In the experiment was observed influence of growth regulators on variety of spring barley Bojos. The main aim was to conduct intensive stand of barley, focus on the correct application of growth regulators according to methodologies. Growth regulators were used in various combinations and doses in three terms. Different doses and their combinations may result in a negative effect on production of barley. Therefore, length of stalk, length of ears, number of seeds per spike, grain yield for malting barley were observed and evaluated. Observation and evaluation of these parameters have not proved any negative effect of tested combinations and doses of growth regulators on production of spring barley, even when the effect of shortening of the stand was reached.

Key words: spring barley, growth regulators, yield

Úvod

Problematika použití regulátorů růstu (RR) je poměrně velmi složitá. Použitím regulátorů růstu nepůsobíme na rostlinu přímo, ale prostřednictvím jejího hormonálního systému a navíc je toto působení ovlivněno mnohými faktory. Poléhání jarního ječmene je jedním z nejvýznamnějších faktorů limitujících dosažení vysokého výnosu v intenzivních technologiích pěstování. Při nesprávném použití RR může při souhře různých faktorů dojít k výraznému ovlivnění porostu, případně k jeho poškození. Z tohoto důvodu musí být hledání správného použití RR neoddělitelnou součástí intenzivní pěstitelské technologie, která přímo souvisí s modelováním porostu a následnou ekonomikou pěstování. Cílem použití RR je zabránit polehnutí porostu, které může při silném výskytu znehodnotit všechny předcházející vstupy a dále přímo ovlivnit snížení výnosu, zhoršit kvalitu úrody či zvýšit náklady na sklizeň. Sekundárními cíli může být zvýšení hmotnosti klasů, počtu odnoží a odolnosti proti chorobám a škůdcům.

Materiál a metody

Maloparcelkový pokus byl založen na polní pokusné stanici v Žabčicích, kde byly vyhodnocovány různé varianty ošetření regulátory růstu (RR) u jarního ječmene. Sledované porosty jarního ječmene byly pěstovány během všech tří sledovaných let na stejné lokalitě. Do pokusu bylo zařazeno 6 variant aplikace RR. Přehled jednotlivých variant je uveden v tabulce 1.

Charakteristika stanoviště pokusu

Kukuřičná výrobní oblast, jílovitohlinitá těžká až velmi těžká hnědozemní půda, obsah humusu 2,28 %, obsah fosforu, draslíku a hořčíku dobrý, pH 6,9.

Klimatické podmínky

Průměrná roční teplota je 9,2 °C. Průměrný roční úhrn srážek je 480 mm.

Variety ošetření ječmene jarního regulátory růstu 2012-2014

Tab. 1 Varianty RR

Var.	BBCH 28 - 30	BBCH 31 - 32	BBCH 37 - 39
1.	Kontrola		
2.	Retacel R68 1,0 l. ha ⁻¹	Moddus 0,4 l. ha ⁻¹	
3.			Moddus 0,2 l. ha ⁻¹ + Cerone 0,3 l. ha ⁻¹
4.	Moddus 0,2 l. ha ⁻¹ + Retacel R68 0,5 l. ha ⁻¹		Cerone 0,5 l. ha ⁻¹
5.		Moddus 0,3 l. ha ⁻¹ + Retacel R 68 0,5 l. ha ⁻¹	Moddus 0,2 l. ha ⁻¹ + Cerone 0,3 l. ha ⁻¹
6.	Retacel R68 1,0 l. ha ⁻¹	Moddus 0,4 l. ha ⁻¹	Cerone 0,7 l. ha ⁻¹

Hnojení a setí

P, K dle AZP, N – 50 kg.ha⁻¹ před setím v ledku amonném s vápencem a 50 kg.ha⁻¹ v BBCH 12 v ledku amonném s vápencem. Výsevek 5 MKS.

Metodika stanovení sledovaných znaků

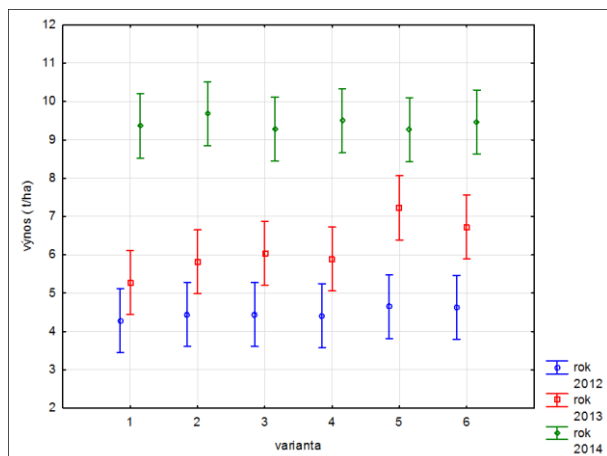
Hektarový výnos byl stanoven z výnosu pokusné plochy a přepočítán na 14 % vlhkost. Před sklizní byly odebrány rostliny z každého opakování. Z každé varianty vybráno 8 rostlin. Každá rostlina měla minimálně 2 odnože, tzn., že bylo rozborováno vždy minimálně 16 stébel. Odebrané rostliny byly následně v laboratoři rozborovány.

Metody zpracování jednotlivých dat

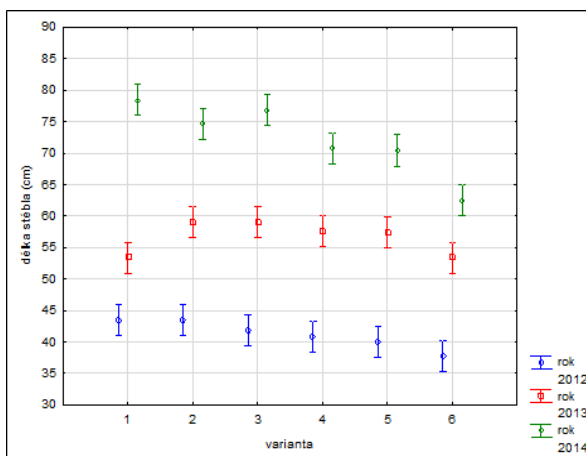
Získané experimentální výsledky z let 2012 až 2014 byly vyhodnoceny analýzou variance v programu Statistica, testování rozdílů mezi úrovněmi faktorů termín aplikace, přípravek bylo provedeno Tukeyovým testem.

Výsledky a diskuze**Výnos a délka stébla jednotlivých variant aplikace RR v letech 2012-2014**

Během sledovaného období byl průměrný výnos variant v jednotlivých letech velmi vyrovnaný a rozdíly byly nepatrné. Stabilně vyššího průměrného výnosu dosahovaly během celého sledování varianty 5 a 6. Nejnižší průměrné výnosy byly nejčastěji dosahovány u varianty 1. Celkově nejvyššího průměrného výnosu dosáhla varianta 2 v roce 2014 (9,68 t. ha⁻¹). Při statistickém vyhodnocení rozdílů výnosů variant aplikace RR nebyl zaznamenán průkazný rozdíl mezi hodnotou výnosu a variantami aplikace RR. Byl však zaznamenán statisticky vysoce průkazný rozdíl mezi výnosem jarního ječmene a ročníkem.



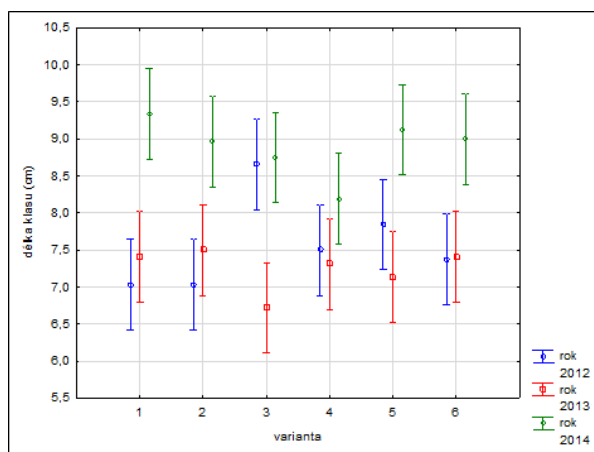
Obr. 1 ANOVA výnos jarního ječmene



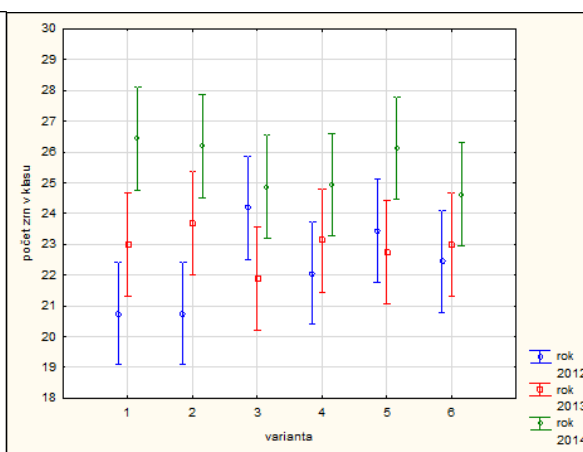
Obr. 2 ANOVA délka stébela

Rozdíly délky stébela zobrazené na obrázku (délka stébela) jsou mezi variantami aplikace RR v jednotlivých letech statisticky vysoce průkazné. V ročníku 2012 se průměrná délka stébela pohybovala v rozpětí od 37 do 44 cm. V následném ročníku bylo rozpětí průměrných délek od 54 do 59 cm a v roce 2014 od 62 do 78 cm. Z obrázku jde vidět, že nejvíce zkracovala stéblo varianta 6, kde byly použity RR opakovaně.

Délka klasu a počet zrn v klase jednotlivých variant aplikace RR v letech 2012-2014



Obr. 3 ANOVA délka klasu



Obr. 4 ANOVA počet zrn v klase

Při statistickém vyhodnocení rozdílů délky klasu jednotlivých variant aplikace RR nebyl zaznamenán průkazný rozdíl mezi délkou klasu a variantami aplikace RR. Statisticky vysoce prokazatelný je však vliv ročníku na délku klasu.

Po statistickém vyhodnocení dat z tohoto obrázku vyplývá, že varianty aplikace RR nemají statisticky průkazný vliv na počet zrn klasu. To stejné se nedá říct o vlivu ročníku a interakci ročníku s variantou aplikace RR, tyto dva faktory jsou vysoce statisticky průkazné a ovlivňují počet zrn v klase. Ročník 2012 měl v porovnání s ostatními ročníky větší variabilitu počtu zrn v klase cca od 21 do 24 zrn. V porovnání s kontrolou se počet zrn výrazně zvýšil u 3. varianty. Všechny varianty aplikace RR v tomto ročníku zvýšily počet zrn v klase oproti kontrole, jen 2. varianta dosáhla stejných hodnot jako kontrola. Počty zrn v klasech v roce 2013 byly poměrně vyrovnané a celoroční průměr odpovídá hodnotě neošetřené kontroly.

V roce 2014 bylo nejvyššího počtu zrn v klase dosaženo u neošetřené kontroly, jak ukazuje obrázek 4 u všech ostatních variant byl počet zrn v klase nevýznamně snížen. Nejvyššího počtu zrn v klase dosáhla první varianta v roce 2014 a nejnižšího počtu zrn v klase taktéž první varianta ale v roce 2012.

Při porovnání obrázku 3 a 4 lze vyčíst určitou morfologickou vazbu mezi délkou klasu a počtem zrn v klase. Délka klasu vždy ovlivnila počet zrn v klase.

Závěr

Vliv RR na výnos jarního ječmene nebyl statisticky průkazný. Výnos byl během celého sledování pokusu oproti kontrole zvýšen u variant 2., 5., 6. Varianta 2 však výrazně nezkrátila délku stébla. Nejlepšího efektu zkrácení s výborným výnosem dosáhla varianta 6. Statisticky nebyl prokázán vliv RR na zkrácení délky klasu a snížení počtu zrn v klase, které dle literatury hrozí, při nesprávném použití RR.

Dělené, kombinované či opakované dávky RR, dle uvedené metodiky, nemají negativní vliv na porosty jarního ječmene. Účinnou látku, dávku a jejich kombinace je potřebné vždy sladit s podmínkami ročníku, lokality, aktuálními povětrnostními podmínkami a výnosovým potenciálem ošetřovaného porostu.

Dedikace

Příspěvek vznikl za finanční podpory projektu QJ1210008, s názvem: „Inovace systémů pěstování obilnin v různých agroekologických podmínkách ČR“.

Použitá literatura

Bezdíčková A. 2005: Využití růstových regulátorů v technologii pěstování sladovnického ječmene. Agrární obzor 8 (2), 18-19 s.

Berry P. M., Sterling M., Mooneys S. J. 2006: Development of a model of lodging for barely. Journal of Agronomy and Crop Science 192 (2) 151-158 s.

Kutina, J. 1988: Regulátory růstu a jejich využití v zemědělství a zahradnictví. 2., přeprac. a dopl. vyd. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1988, 414 s. Rostlinná výroba (Státní zemědělské nakladatelství).

Kontatní adresa:

Ing. Martin Houšť, Ph.D.

Ústav agrosystémů a bioklimatologie

Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1, Brno 613 00, ČR

houst.martin@seznam.cz

POROVNÁNÍ VÝSLEDKŮ STANOVENÍ VODNÍ EROZE TŘEMI METODAMI

Comparison of results of water erosion assessment using three methods

Kozlovsky Dufková J., Mašíček T., Toman F.

Mendelova univerzita v Brně

Abstrakt

Práce si klade za cíl objasnit problematiku moderních způsobů výpočtu vodní eroze. Porovnává mezi sebou výsledky klasického výpočtu smyvu půdy pomocí metody USLE a modelů USLE2D a RUSLE3D. K tomuto účelu bylo vybráno povodí Kurdějovského potoka. Výsledné hodnoty smyvu půdy dokazují, že metody USLE a USLE2D lze považovat za vzájemně nahraditelné. Výpočet ztráty půdy pomocí modelu RUSLE3D se však od předchozích dvou metod liší natolik, že tento model není možné ke zjišťování ztráty půdy, tedy především jako náhradní metoda k metodě USLE, využívat. Bez dalších měření a validace však nelze jednoznačně prohlásit, která z uvedených metod lépe popisuje skutečný stav.

Klíčová slova: USLE, USLE2D, RUSLE3D, ztráta půdy erozí, protierozní opatření

Abstract

The paper clarifies modern methods of water erosion determination. It compares results of classic determination of water erosion by USLE with results of models USLE2D and RUSLE3D. For this purpose the basin of Kurdějov stream was chosen. Final output of soil loss proves that methods USLE and USLE2D can be considered mutually substitutable. However, soil loss by RUSLE3D differs from soil loss by USLE enough to state that RUSLE3D is not possible to use for soil erosion calculation, above all as alternative method for USLE. It is impossible to definitely say, which method describes the real state better without additional measurements and validation.

Key words: USLE, USLE2D, RUSLE3D, soil loss, erosion control measures

Úvod

S rozvojem výpočetní techniky a GIS dochází také k vývoji modelů eroze. Pro odhad erozního zatížení území a transportu splavenin z povodí existuje v současnosti velké množství postupů. Výpočetní metody a modely lze rozdělit podle různých kritérií. Podle koncepce výpočtu je modely možné dělit na empirické (vzniklé na základě experimentů) a fyzikálně-matematické (simulační) (Feng a kol., 2010).

Práce se zaměřuje na simulaci smyvu půdy pomocí empirických modelů. Porovnává mezi sebou výsledky klasického výpočtu smyvu půdy pomocí metody USLE a modelů USLE2D a RUSLE3D. K tomuto účelu bylo vybráno povodí Kurdějovského potoka.

Materiál a metody

USLE

Univerzální rovnice pro výpočet dlouhodobé ztráty půdy erozí (Universal Soil Loss Equation – USLE) je nejznámější a v praxi nejčastěji používaným (empirickým) erozním modelem (Wischmeier a Smith, 1978). Rovnice USLE je vyjádřena součinem faktorů ovlivňujících vodní erozi (1) (Janeček a kol., 2012):

$$G = R \times K \times L \times S \times C \times P, \quad (1)$$

kde G = průměrná dlouhodobá ztráta půdy erozí ($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$), R = faktor erozní účinnosti dešťů ($\text{MJ} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{cm} \cdot \text{h}^{-1}$), K = faktor erodovatelnosti půdy ($\text{t} \cdot \text{ha} \cdot \text{h} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{MJ}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$), L = faktor délky svahu, S = faktor sklonu svahu, C = faktor ochranného vlivu vegetace a P = faktor účinnosti protierozních opatření.

USLE2D

Volně dostupný software USLE2D byl vyvinut primárně pro výpočet LS faktoru v kombinaci s GIS Idrisi (van Oost a Govers, 2000). Díky přidavnému programu LS Converter je možné využívat data i z jiných GIS softwarů (např. ArcGIS). Vstupními daty jsou rastry – vždy o stejném rozlišení. U většiny faktorů v modelu USLE2D probíhá jejich zjišťování standardním způsobem dle metodiky USLE (faktory R, K, C, P), odlišný je však způsob zadávání do softwaru a následná práce s nimi. Největší rozdíl ale spočívá ve stanovení LS faktoru. Podle výpočetního algoritmu je faktor LS počítán zvlášť pro každý rastrový element (Efe a kol., 2000).

RUSLE3D

Tato metoda vychází rovněž z rovnice USLE a byla vyvinuta Geographic modelling systems laboratory (Univerzita Illinois, Urbana – Champaign). LS faktor je zde modifikován pro členitý terén. Pro začlenění vlivu soustředěného povrchového odtoku byla délka odtokové dráhy (L faktor) nahrazena tzv. přispívající plochou nad počítanou buňkou rastru zahrnující odtok vtékající do dané buňky (Mitášová a kol., 1996).

Popis území

Celková rozloha povodí Kurdějovského potoka, který se nachází v Jihomoravském kraji na okrese Břeclav, je 868 ha. Délka jeho toku je 4,4 km, převýšení toku 65 m a průměrný sklon toku 1,5 %. Celkové převýšení povodí činí 223 m, průměrná nadmořská výška je 274 m. n. m. a průměrný sklon území 17,5 %.

V povodí jsou nejvíce zastoupeny černoze s různým vodním režimem. V dalších částech povodí jsou půdy více skeletovité a spadají do kategorie tzv. svažitých půd. Podél Kurdějovského potoka jsou půdy nivní a nivní glejové bez skeletu (Levý a Oppelt, 2009).

Podle klimatické rajonizace (Quitt, 1971) leží zájmové území v teplé oblasti T4, která je v ČR vůbec nejteplejší. Průměrná roční teplota dle stanice Hustopeče je 9,2°C, nejchladnější měsícem je leden, nejteplejším červenec.

Vstupní údaje empirických modelů

Faktor R: průměrná hodnota pro území ČR $R = 40 \text{ MJ} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{cm} \cdot \text{h}^{-1}$ (Janeček a kol., 2012)

Faktor K: základem pro zjištění faktoru K je vrstva bonitovaných půdně-ekologických jednotek (BPEJ), kterou poskytl v digitální podobě VÚMOP; z této vrstvy je extrahována vrstva nesoucí atributy 2. a 3. místa BPEJ (tedy HPJ); následně jsou každé HPJ přiřazeny hodnoty faktoru K (Janeček a kol., 2012) a vrstva je vyexportována na základě atributu K faktoru do rastrové vrstvy

Faktor L, S: hodnoty a způsob určení faktoru LS se liší na základě zvoleného způsobu výpočtu; v rámci metody USLE se hodnoty LS určují manuálně (Janeček a kol., 2012); u modelů USLE2D a RUSLE3D jsou údaje zjištěny na základě DMT; obecně však platí, že vstupem je vrstva vrstevnic (zdroj ZABAGED, ČÚZK)

Faktor C: hodnota stanovena na základě osevního postupu (Janeček a kol., 2012), pro celé povodí stejná (dle sledu pěstovaných plodin majoritního hospodářského subjektu Moravská Agra a.s.); v základním osevním postupu převažuje kukuřice a řepka ozimá, dále hořčice bílá, pšenice ozimá a ječmen jarní; výsledná hodnota faktoru $C = 0,2357$

Faktor P: $P = 1$, tzn. na území se nenachází žádná protierozní opatření

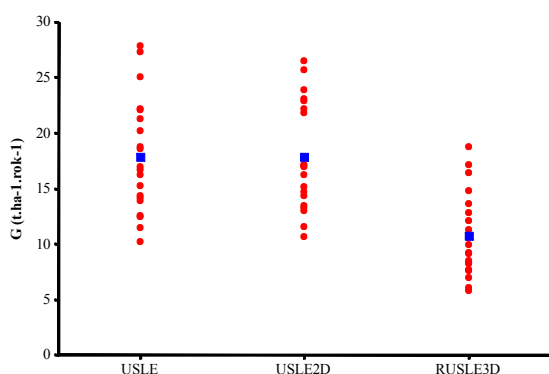
Výsledky a diskuze

Průměrná dlouhodobá ztráta půdy erozí byla pro povodí Kurdějovského potoka stanovena třemi způsoby – pomocí rovnice USLE, pomocí modelu USLE2D a modelu RUSLE3D. Výsledné hodnoty smyvu půdy jsou uvedeny v Tab. 1.

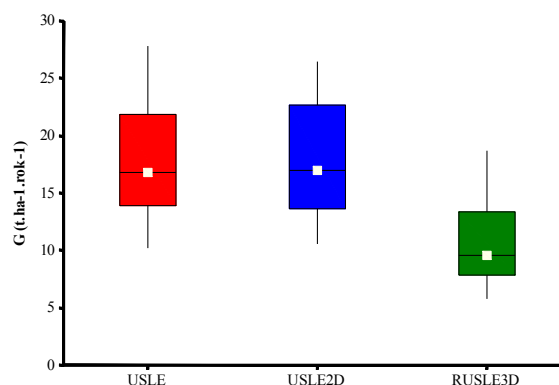
Výsledné hodnoty smyvu půdy ukazují, že metody USLE a USLE2D lze považovat za vzájemně nahraditelné. Procentuální rozdíl hodnot smyvu půdy stanoveného pomocí USLE a USLE2D činí v průměru 0,5 %.

Tab. 1 Průměrná dlouhodobá ztráta půdy stanovená pomocí tří různých metod

Lokalita	G (t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹)			Lokalita	G (t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹)		
	USLE	USLE2D	RUSLE3D		USLE	USLE2D	RUSLE3D
Riciny	16,2	17,0	9,2	Zrcátko	22,2	23,1	12,8
U majáku	16,7	17,8	12,1	Dílce	14,3	13,0	7,7
Hády	14,2	15,1	8,3	Kolíbky	10,2	11,5	5,8
Lipiny	18,7	17,1	10,5	Odměry	11,4	10,6	6,0
Černá hora	16,9	16,2	9,9	Horní díly	18,6	16,9	9,1
Vinohrádky	20,2	22,2	13,6	Šumperky	22,1	22,9	14,8
Ebeny	12,5	13,4	7,6	Spodní díly	12,4	13,2	6,9
Stará hora	27,9	25,7	17,1	Štěpnice	15,2	14,7	8,2
Kamenný vrch	27,3	26,5	18,7	Horní najperk	13,8	14,3	8,5
Spodní najperk	25,1	23,9	16,4	Prostřední díly	21,3	21,8	11,3



Obr. 1 Bodový graf s modře zaznačenými průměry všech hodnot smyvu půdy



Obr. 2 Krabicový graf s bíle zaznačenými průměry všech hodnot smyvu půdy

Statistické porovnání výsledků stanovení smyvu půdy pomocí USLE a USLE2D se uskutečnilo pomocí testu nezávislosti (testu nulovosti korelačního koeficientu), při kterém byl pomocí programu Minitab stanoven Pearsonův korelační koeficient. Korelační koeficient nabývá hodnoty $R = 0,9732$ při dosažené hodnotě $P = 0,0000$. Jedná se tedy o velmi těsnou závislost, která je na hladině $\alpha = 0,05$ statisticky významná.

Desmet a Govers (1996) upozorňují na to, že při srovnání hodnot faktoru LS stanoveného metodou USLE a USLE2D mají obě metody výsledky celkem podobné (v případě relativního mapování erozního rizika). Nicméně zdůrazňují značný rozdíl v absolutních hodnotách. Přestože obě metody mají podobné svahové hodnoty, použití metody USLE vede k podhodnocení erozního rizika, protože nezahrnuje vliv konvergence/divergence toku. USLE2D řeší tento problém nahrazením délky odtokové dráhy (L) tzv. zdrojovou plochou (dílčím povodím) rastrového elementu.

Smyv půdy stanovený modelem RUSLE3D má v průměru o 40,7 % nižší hodnoty v porovnání s klasickou metodou USLE. Korelační koeficient sice nabývá hodnoty $R = 0,9591$ při dosažené hodnotě $P = 0,0000$, ale při porovnání dat pomocí bodového (Obr. 1) a krabicového (Obr. 2) grafu vytvořeného v rámci dvouvýběrového t-testu a konfidenčního intervalu, si lze povšimnout velkého rozdílu v rozmístění hodnot smyvu půdy.

Ze statistického porovnání smyvu půdy stanoveného metodou USLE a RUSLE3D tedy jasně vyplývá, že výsledky se liší natolik, že model RUSLE3D není možné použít jako náhradní metodu k metodě USLE. Bez dalších měření a validace však nelze jednoznačně prohlásit, která z uvedených metod lépe popisuje skutečný stav.

Závěr

Výsledky porovnání hodnot smyvu půdy stanovených pomocí modelů USLE a USLE2D dokazují, že do budoucna není nutné pro rámcový výpočet intenzity vodní eroze používat zastaralých způsobů – USLE (bez GIS). Matematicky nejsofistikovanější simulační modely jsou sice označovány jako cesta do budoucnosti, nicméně podobné tvrzení se týká spíše oblasti teoretické. V praxi (konkrétně při projektování pozemkových úprav) je především nutná jednoduchost, menší časová náročnost a výstupy v odpovídající kvalitě. Není též naprosto nutné dosáhnout co nejpřesnějších výsledků při neúměrné náročnosti, jako spíše rámcově zjistit současnou míru smyvu půdy a efekt dopadu projektovaných protierozních opatření. Tyto předpoklady dobře plní právě USLE2D. V případě spojení problematiky eroze s analýzou hydrologickou, která je důležitá především při projektování protipovodňových opatření, není odpověď tak jednoznačná. V takovém případě by simulační modely svoje místo v praxi jistě měly např. v zastoupení simulačním modelem EROSION3D.

Dedikace

Výsledky práce jsou součástí řešení projektu TAČR 2014TA04020886 „Nové technologie pro řešení ochrany před povodněmi z přívalových srážek“.

Použitá literatura

- Desmet P., Govers, G. 1996. A GIS procedure for automatically calculating the USLE LS factor on topographically complex landscape units. *Journal of Soil and Water Conservation* 51:427–433.
- Efe R., Ekinici D., Curebel I., 2000. Erosion analysis of Sahin watershed (NW of Turkey) using GIS based on RUSLE (3d) method. *J. Appl. Sci.* 8(1):49–58. ISSN 1812-5654.
- Feng X., Wang Y., Chen L., Fu B., Bai G., 2010. Modeling soil erosion and its response to land-use change in hilly catchments of the Chinese Loess Plateau. *Geomorphology* 118:239–248.
- Janeček a kol., 2012. Ochrana zemědělské půdy před erozí – metodika. Praha: ČZU Praha, 114 s. ISBN 978-80-87415-42-9.
- Levý J., Oppelt P., 2009. Technická zpráva plánu společných zařízení KPÚ Kurdějov.
- Mitášová H., Brown W.M., Johnston D., Mitáš L., 1996. GIS tools for erosion/deposition modeling and multidimensional visualization. Part II: unit stream power-based erosion/deposition modeling and enhanced dynamic visualization. Report for USA CERL. University of Illinois, Urbana-Champaign, IL, p. 38.
- Quitt E., 1971. Klimatické oblasti Československa. Brno.
- van Oost K., Govers G., 2000. Usle2D: Online manual [online]. Katholieke Universiteit Leuven. URL: <http://www.kuleuven.be/geography/frg/modelling/erosion/usle2dhome/>
- Wischmeier W.H., Smith D.D., 1978. Predicting rainfall erosion losses. A guide to conservation planning. USDA Agric. Handbook n° 537. 58 p.

Kontaktní adresa:

Doc. Ing. Jana Kozlovsky Dufková, Ph.D.

Ústav aplikované a krajinné ekologie, MENDELU, Zemědělská 1, 613 00 Brno

e-mail: janadufkova@email.cz

ZMĚNY OBSAHU DUSÍKU V LISTECH JABLONÍ V PRŮBĚHU VEGETACE.

Changes of N content in leaves of apple trees during vegetation period

Kurešová, G., Neumannová A.

Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Praha

Abstrakt

Pro zhodnocení výživného stavu jabloní v Ostroměři byla použita listová analýza. U dvou odrůd Golden Delicious (GD) a Jonagold (J) byl sledován obsah živin v listech v průběhu vegetačního období a vyhodnoceny změny obsahu jednotlivých prvků. Obsah dusíku v listech byl nejvyšší na začátku vegetace a klesal až do opadu listů u obou odrůd. Listy odrůdy GD při opadu obsahovaly vyšší podíl N než listy odrůdy J. Odrůda GD dokázala uložit do zásobních orgánů stromu 34% dusíku obsaženého v listech oproti 46,9% odrůdy J. Obsah fosforu klesal v průběhu vegetace v listech obou odrůd. Obsah vápníku v listech obou odrůd až do konce vegetačního období stoupal. U ostatních živin nebyl zjištěn jednoznačný trend.

Klíčová slova: jablono, dusík, fosfor, vápník, list, živiny

Abstract

Foliar analysis was used to evaluate the nutritional status of apple trees planted in Ostroměř. Nutrient content and its change during the vegetation period were studied in leaves of two apple varieties - Golden Delicious (GD) and Jonagold (J). Nitrogen content in leaves was the highest at the beginning of vegetation and declined until their abscission in both varieties. The leaves of GD contained in the abscission phase higher share of nitrogen, compared to J variety. GD variety was able to translocate 34% N from leaves to trees reserves comparing to 46.9 % J variety. Phosphorus content in the leaves of both varieties decreased during the whole growing season. Calcium content in leaves of both varieties was increasing until the end of the growing season. For other nutrients was not found a clear trend.

Key words: apple tree, nitrogen, phosphorus, calcium, leaf, nutrients

Úvod

Analýza listů a plodů je velmi dobrým indikátorem pro zhodnocení výživného stavu jabloní. Podle výsledků analýz lze určit potřebu živin v jednotlivých fázích vývoje. Na základě výsledků lze navrhnout nápravná opatření při zjištění nedostatku některého prvku (Nachtigal a Dechen, 2006). Přesto neexistuje v ČR dostatek podkladů pro hodnocení výživného stavu současných odrůd jabloní listovou analýzou.

Ve stárnoucích listech dochází k postupnému snižování fotosyntetické aktivity spojené s rozpadem chlorofylu. Před konečným opadem listů jsou živiny z listů částečně přesouvány a ukládány do zásobních orgánů a tak připraveny pro využití při obnově růstu v jarním období (Jackson, 2003). Tento proces je velmi významný při hospodaření dusíkem, který je u ovocných stromů podobně jako u ostatních plodin hlavní sledovanou živinou. Okolo 50% akumulovaného (uloženého, rezervního) dusíku bývá využito pro růst nových letorostů a listů. Využití zásobního dusíku v jarním období závisí na aktuálním množství dostupného dusíku z půdy (Cheng a Fuchigami, 2002).

V rámci našeho výzkumu byl u dvou odrůd jabloní (Golden Delicious - GD a Jonagold - J) sledován obsah živin v listech v průběhu vegetačního období a byly vyhodnoceny změny obsahu jednotlivých prvků během vegetačního období.

Materiál a Metodika

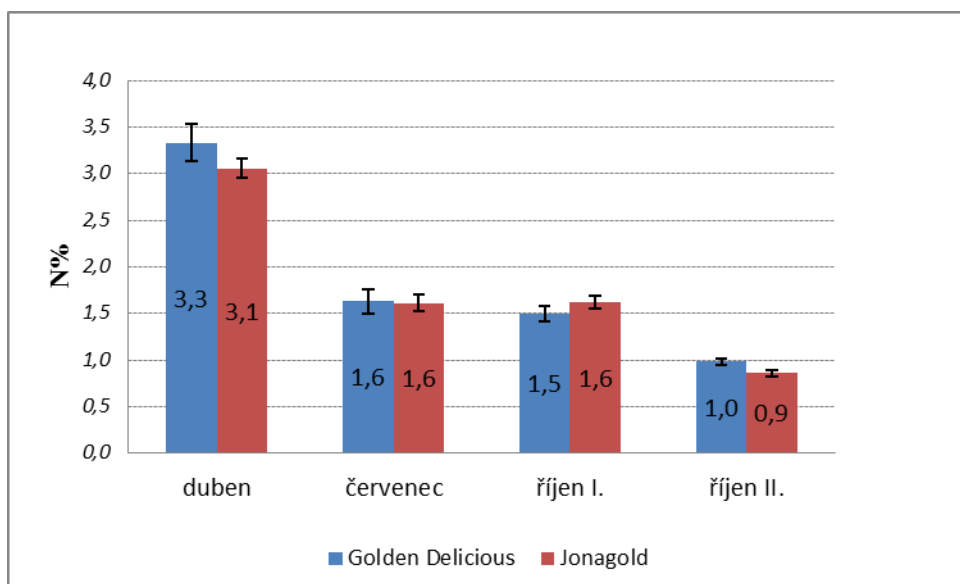
Na pokusné lokalitě v Ostroměři byl v rámci probíhajících pokusů sledován obsah živin v listech, jako ukazatel výživného stavu jabloní. Byly provedeny 4 odběry vzorků listů v

průběhu vegetace u dvou odrůd jabloní - Golden Delicious a Jonagold. Vzorky listů byly odebrány v dubnu, červenci a říjnu 2014 (24.4., 17.7., 16.10.). V říjnu byly odebrány listy ve dvou variantách. Ve stejný den (16.10.) byly odebrány ze stromů listy jednak zelené a fotosyntetizující (I.) a jednak listy žluté těsně před opadem (II.).

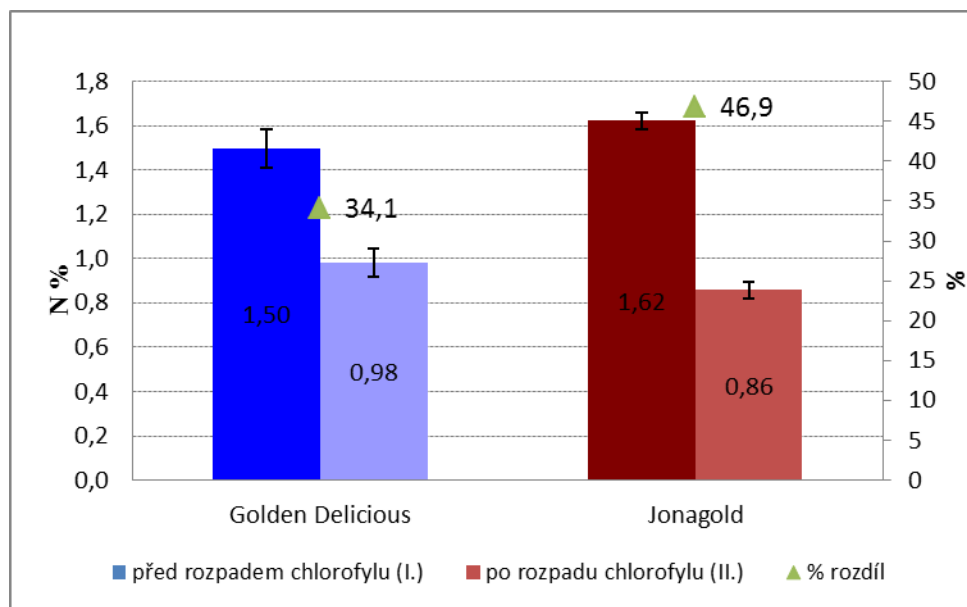
Vzorky byly usušeny a zhomogenizovány. Analýza prvků byla provedena na optickém emisním spektrometru s indukčně vázaným plazmatem ICP-OES iCAP7400Duo od firmy Thermo Fischer Scientific Inc. (Newington, USA). Obsah celkového dusíku v mineralizovaném vzorku byl stanoven spektrofotometricky na automatickém analyzátoru Skalar San Plus System (Breda, Nizozemí). Výsledky byly zpracovány a statisticky vyhodnoceny metodou ANOVA.

Výsledky a diskuze

Od zahájení jarního růstu do vstupu do vegetačního klidu obsah dusíku (N) v listech jabloní klesal. Obsah N u odrůdy Golden Delicious (GD) byl v prvním termínu 3,33 %, během vegetace se pohyboval okolo 1,6 % a těsně před opadem byl 0,98 %. Listy odrůdy Jonagold (J) obsahovaly menší množství N (3,06 %) než odrůda Golden Delicious. V průběhu vegetace byl obsah podobný (1,6 % N) jako u GD. Po zežloutnutí listů byl obsah N 0,86 % (obr. 1.). Pokles obsahu dusíku i průměrné hodnoty odpovídají údajům uváděných v literatuře (Nachtigal a Dechen, 2006). Zajímavý je pohled na změny obsahu dusíku těsně před ukončením vegetace. Zelené listy odrůdy GD obsahovaly 1,50 % N, po zežloutnutí listů pouze 0,98 % N (Δ 0,52 % N). Tento rozdíl byl v průměru 34,1 %. Listy odrůdy Jonagold obsahovaly v zelených listech více N (1,62 %) než tomu bylo u odrůdy GD, ale po rozpadu chlorofylu (zežloutnutí listů) méně dusíku než druhá sledovaná odrůda (0,86 %). Tento rozdíl byl v průměru o 0,76 % N, což odpovídá 46,9 %. Rozdíl mezi odrůdami byl statisticky významný. Z těchto údajů lze soudit, že sledované odrůdy mají odlišnou schopnost remobilizace a utilizace dusíku (obr. 2.).



Obr. č. 1.: Obsah dusíku v listech jabloní během vegetace



Obr. č. 2.: Rozdíl obsahu dusíku v sušině listů těsně před zahájením vegetačního klidu (16.10.2014 - I. zelené listy před rozpadem chlorofylu a II. žluté listy těsně před jejich opadem)

V listech jabloní byly sledovány obsahy i u ostatních živin. Zastoupení jednotlivých prvků ve sledovaných termínech je uvedeno v tabulce 1 a 2. Standardní obsah živin v listech uvádí tabulka č. 3. Během vegetačního období nebyl zjištěn výrazný nedostatek žádné sledované živiny.

Obsah dusíku a fosforu během vegetace klesal u obou odrůd. Obsah vápníku v listech u obou odrůd stoupal až do jejich opadu, což lze vysvětlit nízkou pohyblivostí Ca v pletivech. U odrůdy Golden Delicious klesal obsah zinku a mědi. Obsah ostatních živin v listech v průběhu vegetace kolísal. Podobné výsledky uvádí také literatura (Nachtigal a Dechen, 2006).

Tab. 1: Průměrný obsah živin v listech jabloní odrůdy Golden Delicious

Golden Delicious	%				mg.kg ⁻¹				
	Mg	Ca	K	P	Zn	Cu	Mn	B	Fe
Duben	0,26	2,15	1,05	0,71	60	39	26	28	96
Červenec	0,29	2,14	1,99	0,29	18	13	25	27	73
říjen I.	0,28	2,87	1,79	0,51	24	15	30	29	96
říjen II.	0,29	3,04	1,65	0,49	24	15	28	28	99

Tab. 2: Průměrný obsah živin v listech jabloní odrůdy Jonagold

Jonagold	%				mg.kg ⁻¹				
	Mg	Ca	K	P	Zn	Cu	Mn	B	Fe
Duben	0,20	1,78	0,83	0,50	81	33	24	28	75
Červenec	0,25	1,94	1,71	0,21	22	19	36	32	87
říjen I.	0,22	2,22	1,33	0,30	19	16	35	28	95
říjen II.	0,31	3,20	1,70	0,32	28	28	43	34	117

Tab. 3: Standardní průměrný obsah živin v listech jabloní (Bergman, 1992)

Červenec - srpen	%					mg.kg ⁻¹				
Prvek	N	Mg	Ca	K	P	Zn	Cu	Mn	B	Fe
obsah	2,5-3,5	0,50	2,0-2,5	2,2-2,5	0,35	60	100	15	20	200

Závěr

U jabloní nebyl zjištěn výrazný nedostatek žádného sledovaného prvku. Během vegetace se obsah jednotlivých živin v listech měnil. Obsah dusíku během vegetace klesal. Těsně před opadem listů byl dusík uložen do zásobních orgánů pro využití k jarnímu růstu. Tento proces byl významně ovlivněn odrůdou. Výsledky budou použity jako podklad pro navržení úprav v systému hnojení ovocných sadů.

Dedikace

NAZV QJ1210209: Inovace pěstitelských systémů jaderovin se zaměřením na organickou produkci tržní kvality

NAZV QJ1510133: Inovace metod monitoringu a diagnostiky výživy ovocných dřevin pro efektivní hnojení v intenzivních výsadbách

Použitá literatura

Bergman, W. (1992): Nutritional disorders of plants. Development visual and analytical diagnosis. Jena, Germany: Gustav Fischer.

Cheng, L., & Fuchigami, L. H. (2002): Growth of young apple trees in relation to reserve nitrogen and carbohydrates. Tree Physiology, 22 (18): 1297-1303.

Jackson, J. E. (2003): The biology of apples and pears. Cambridge University Press.

Nachtigall, G. R. and Dechen, A. R. (2006): Seasonality of nutrients in leaves and fruits of apple trees. Sci. agric. (Piracicaba, Braz.) [online]. 63 (5): 493-501. ISSN 1678-992X. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90162006000500012>

Kontaktní adresa:

Ing. Gabriela Kurešová, Ph.D.

Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i.

Drnovská 507, 161 06 Praha 6 – Ruzyně

kuresova@vurv.cz

HODNOCENÍ TRÁVNÍKOVÝCH GENETICKÝCH ZDROJŮ V EXTENZIVNÍCH PODMÍNKÁCH

Evaluation of turf genetic resources in extensive conditions

Lošák M., Petřeková P.

OSEVA PRO s.r.o., Výzkumná stanice travinářská Rožnov – Zubří

Abstrakt

V letech 2012 až 2014 byla hodnocena produkce zelené hmoty, výška porostu, hustota porostu a zápoj travního drnu v rámci 8 kultivarů lipnice luční (*Poa pratensis* L.) z kolekce genetických zdrojů OSEVA PRO s.r.o., Výzkumné stanice travinářské Rožnov – Zubří. Polní pokus byl založen v roce 2011 v katastru města Zubří (49°27'57"N, 18°4'51"E, nadmořská výška 345 m, dlouhodobý průměr ročního úhrnu srážek 865 mm, dlouhodobý průměr denní teploty vzduchu 7,5 °C). Porosty byly ošetřovány ve dvousečné nehnějené variantě. Mezi hodnocenými kultivary lipnice luční byly prokázány statisticky významné rozdíly ($P < 0.05$) v produkci zelené hmoty a v hustotě trávníku.

Klíčová slova: extenzivní trávník, *Poa pratensis*, lipnice luční, genetické zdroje

Abstract

In the years 2012 to 2014 the production of green matter, height of sward, density of sward and ground cover of 8 cultivars of Kentucky bluegrass (*Poa pratensis* L.) from the germplasm collection by OSEVA PRO Ltd. Grassland Research Station Rožnov – Zubří were evaluated. The field experiment (established in 2011) was conducted in Zubří (49°27'57"N, 18°4'51"E, altitude 345 m, annual rainfall 865 mm, annual average temperature 7,5 °C). The swards were mown in a two cut regime in non-fertilized variant. Statistically significant differences ($P < 0.05$) were proved in the production of green matter and in the density of sward between the cultivars of Kentucky bluegrass.

Key words: extensive turf, *Poa pratensis*, Kentucky bluegrass, genetic resources

Úvod

Genetické zdroje rostlin představují materiál rostlinného původu ve formě šlechtěných a krajových odrůd, planých druhů a forem, který má současné nebo potenciální využití a zasluhuje proto ochranu a zachování pro budoucnost. Shromažďování a uchovávání genetických zdrojů má význam pro získání donorů cenných vlastností (Roudná a Dotlačil, 2007). OSEVA PRO s.r.o., Výzkumná stanice travinářská je v rámci ČR kurátorem genofondové sbírky travin, ve které je kolekce lipnice luční tvořena v současnosti 214 dostupnými položkami, z toho 81 ekotypů a 133 odrůd. Ve Společném evropském katalogu byla lipnice luční ke konci roku 2014 zastoupena celkem 197 odrůdami pro pěstování i trávníkové využití; ve Státní odrůdové knize ČR bylo k 15. 6. 2015 zapsáno celkem 44 odrůd, z toho 39 odrůd nebylo určených k využití jako pícnina (trávníkové odrůdy). Všechny získané genetické zdroje pro trávníkové využití jsou hodnoceny v extenzivní variantě polního pokusu, kde jsou hodnoceny specifické znaky. Hodnocení genetických zdrojů trav je nezbytným předpokladem pro jejich praktické využití ve šlechtění a výzkumu.

Cílem práce bylo porovnat trávníkové znaky 8 odrůd lipnice luční v extenzivně ošetřované variantě polního pokusu během tří užitkových let.

Materiál a metody

Maloparcelkový polní pokus byl založen 11. května 2011 v katastru města Zubří a byl hodnocen v letech 2012-2014. Vzhledem k omezenému množství osiva genetických zdrojů byl pokus založen ve 2 znáhodněných opakováních s velikostí jednotlivých parcel 4,4 m². Výsev byl proveden ručně s následným zaválením ručním válcem a výsevné množství bylo stanoveno na základě užitné hodnoty osiva. Termíny seči extenzivní varianty trávníkového pokusu probíhaly podle metodiky hodnocení genetických zdrojů pícnin a trav (Pelikán et al.,

2009). Pokus, využívaný jako dvousečný, byl sečen v termínech: 20. 6. a 9. 10. 2012, 28. 6. a 27. 9. 2013, 27. 6. a 29. 9. 2014. S ohledem na extenzivní charakter pokusu nebyla během užitkových let aplikována žádná hnojiva. Seznam a původ hodnocených odrůd lipnice luční je uveden v tabulce 1. Jako kontrolní odrůda byla zvolena dlouhodobě využívaná odrůda 'Moravanka'. Seče byly prováděny benzinovou rotační sekačkou na výšku strniště 46 mm. Při každé seči byla vážením zjištěna hmotnost posečené zelené hmoty na parcele, která byla přepočtena na produkci v g.m^{-2} . Znalost tohoto parametru je pro bezprostřední manipulaci s posečenou trávnickovou hmotou významná. Současně bylo prováděno hodnocení dalších znaků podle Klasifikátoru Trávy (Ševčíková et al., 2002). Před každou sečí byla změřena výška porostů (cm) a bodově byl 2x ročně hodnocen znak hustota trávníku (1 bod – velmi řídký, 3b. – řídký, 5 b. – střední, 7 b. – hustý, 9 b. – velmi hustý). Pro posouzení úspěšnosti zapojení trávníku byla v prvních 2 letech po výsevu hodnocena 3x ročně (jaro, léto, podzim) pokryvnost vyšetřovaných genetických zdrojů, plevelných druhů a mezerovitost (%). Teplotní a srážkový průběh počasí ve vegetačním období let 2012-14 je uveden v tabulce 2.

Výsledky byly statisticky vyhodnoceny metodou analýzy variance ANOVA v programu STATISTICA CZ 12 a následným testováním statistické významnosti rozdílů středních hodnot pomocí Tukeyova HSD testu na hladině významnosti $\alpha = 0,05$.

Tab. 1 Přehled hodnocených genetických zdrojů lipnice luční

ECN	Název odrůdy	Původ
14G2800096	Moravanka	Česká republika
14G2800236	Denim	USA
14G2800241	Hifi	Česká republika
14G2800245	Geisha	Dánsko
14G2800246	Ravel 1	Dánsko
14G2800247	Castor	Dánsko
14G2800248	Kaitos	Dánsko
14G2800249	Greenplay	Dánsko

Pozn.: ECN – evidenční číslo národní genetického zdroje.

Tab. 2 Průměrné měsíční teploty a měsíční úhrny srážek (2012-2014), teplotní a srážkové normály (1961-1990) ve vegetačním období pro lokalitu Zubří

Měsíc	Průměrné teploty 2012	Průměrné teploty 2013	Průměrné teploty 2014	Teplotní normál	Úhrny srážek 2012	Úhrny srážek 2013	Úhrny srážek 2014	Srážkový normál
IV	9,8	9,3	10,2	7,5	19,3	9,6	84,3	61,2
V	14,9	13,8	13,3	12,5	52,2	79,0	158,7	92,4
VI	18,5	17,2	16,9	15,3	105,9	135,6	62,2	114,7
VII	20,3	20,0	20,0	16,7	54,5	26,2	116,4	113,9
VIII	19,3	19,3	17,1	16,2	40,1	60,5	109,8	102,1
IX	15,1	12,2	14,8	13,0	89,0	125,9	81,9	62,5
Σ / μ	16,3	15,3	15,4	13,5	361,0	436,8	613,3	546,8

Výsledky a diskuze

Podrobné výsledky včetně statistického zhodnocení a zjištěných signifikantních rozdílů mezi hodnocenými odrůdami lipnice luční jsou uvedeny v tabulce 3. **Roční produkce zelené hmoty** odrůdy 'Hifi' na úrovni 292 g.m^{-2} (tj. $2,92 \text{ t.ha}^{-1}$) byla statisticky průkazně nižší než u kontrolní odrůdy 'Moravanka' (489 g.m^{-2}) a odrůdy 'Castor' (504 g.m^{-2}). Převažovala produkce v první seči, a to v závislosti na odrůdě v rozmezí 52-61 %. Statisticky významný byl vliv ročníku na produkci zelené hmoty v průměru všech odrůd – v roce 2012 dosáhla roční produkce 537 g.m^{-2} , v roce 2013 byla 160 g.m^{-2} a v roce 2014 dosahovala 572 g.m^{-2} . Významný pokles produkce zelené hmoty v roce 2013 přikládáme nerovnoměrnému

rozložení srážek a srážkovému deficitu zejména v jarních a částečně i letních měsících roku 2013. Tolerance k suchu a horku je u lipnice luční střední až nízká (Ševčíková, 2010). V minulosti byla při neextenzivním způsobu pěstování ověřena produkce zelené hmoty u pícní odrůdy 'Slezanka', která dosahovala produkce 18,4 t.ha⁻¹. V této souvislosti je nutné připomenout, že v oblasti strniště je u trávnickových porostů kumulováno až dvojnásobně více nadzemní hmoty než u pícních porostů (Míka, 2002).

Výškou před sečí se odrůdy lipnice luční mezi sebou statisticky průkazně nelišily a výška trávnicků v průměru dvou sečí a tří let dosahovala 21-27 cm. Vliv pořadí seče na výšku byl statisticky průkazný u každé z hodnocených odrůd, kdy v první seči byla zjištěna větší výška než ve druhé seči. V 1. seči dosahovala největší průměrné výšky odrůda 'Denim' (43 cm); nejmenší výšky odrůda 'Kaitos' (33 cm). Ve 2. seči měla největší výšku odrůda 'Castor' (16 cm); nejmenšího vzrůstu dosáhla odrůda 'Hifi' (9 cm).

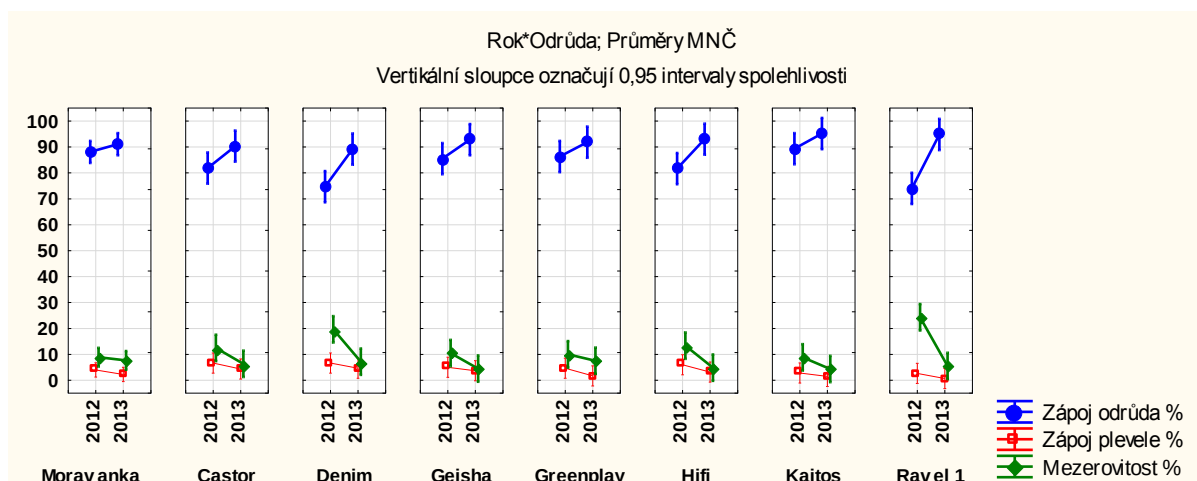
Z hlediska **hustoty trávnicku** hodnocené podle počtu odnoží v zapojené a nepoškozené části porostu dosáhly nejlepších výsledků odrůdy 'Greenplay' a 'Kaitos', které shodně dosáhly průměrného hodnocení 8,5 bodů. Mezi jednotlivými odrůdami byly nalezeny signifikantní rozdíly v hustotě trávnicku (Tab. 3). Nejmenší průměrné bodové hodnoty dosáhla odrůda 'Denim' (5,4 bodů) – na základě slovního hodnocení podle klasifikátoru pro trávy se jednalo o trávnik „středně hustý“. U všech odrůd s výjimkou odrůdy 'Castor' byla větší hustota trávnicku zjištěna po 2. seči. Hustota trávnicku je do značné míry ovlivněna odnožováním. Jak uvádí Míka (2002), odnožování u trav je vlastností geneticky podmíněnou, kterou je možné záměrnou selekcí modifikovat.

Tab. 3 Výsledky hodnocení genetických zdrojů lipnice luční v letech 2012-2014 (písmenné indexy znázorňují statisticky průkazné rozdíly (Tukeyův HSD test; $\alpha=0,05$))

Odrůda	Hodnocený znak					
	Roční produkce zelené hmoty (g.m ⁻²)		Výška před sečí (cm)		Hustota trávnicku (bodový průměr)	
Moravanka	489	b	27	a	7,1	b
Castor	504	b	24	a	7,4	ab
Denim	436	ab	27	a	5,4	c
Geisha	387	ab	21	a	6,8	bc
Greenplay	433	ab	26	a	8,5	a
Hifi	292	a	22	a	6,2	bc
Kaitos	424	ab	23	a	8,5	a
Ravel 1	353	ab	25	a	6,7	bc

Hodnocením zápoje v období po založení trávnickového pokusu byl v průměru všech zkoušených odrůd lipnice luční zápoj travního druhu v roce 2013 statisticky průkazně vyšší (92 %) než zápoj v roce 2012 (83 %). Statisticky významný byl také vliv termínu hodnocení, kdy v jarním období byla pokryvnost lipnice luční v průměru všech odrůd významně nižší (82 %) než při hodnocení v letním a podzimním období (90 %). Zajímavé výsledky byly získány hodnocením meziročního vývoje porostu jednotlivých odrůd z hlediska zápoje (Graf 1). Nejlepšího zápoje ze všech sledovaných odrůd dosáhla dánská odrůda 'Kaitos', a to v roce 2012 i 2013 (89 % resp. 95 %). Odrůdy 'Ravel 1' a 'Denim' měly v roce 2012 nejmenší hodnotu zápoje porostu (74 %). V případě odrůdy 'Ravel 1' však v roce následujícím došlo ke statisticky významnému zvýšení zápoje porostu na 94 % a stala se tak v pořadí druhou nejlépe hodnocenou odrůdou. V případě odrůdy 'Denim' došlo meziročně ke zvýšení zápoje na 89 % v roce 2013, ale bez statistické významnosti. V pořadí třetí odrůdou s největším zápojem v roce 2013 byla česká odrůda 'Hifi' (93 %). Obecně lze konstatovat, že ve druhém roce se zápoj všech odrůd zvýšil a dosahoval tak 89-95 %, a to při současném snížení pokryvnosti plevelných druhů (snížení z 5 na 3 %) a mezerovitosti (snížení z 13 na 6 %). Pomalé

zapojování trávníku u lipnice luční je jejím charakteristickým rysem (Ševčíková, 2010). Zlepšení hustoty a zápoje lipnice luční je možné snížením výšky sečení na 20-30 mm, na které tento druh reaguje pozitivně (Macolino et al., 2014).



Graf 1 Vývoj pokryvnosti genetických zdrojů lipnice luční, plevelů a mezerovitost (2012-13)

Závěr

Polní hodnocení shromažďovaných genetických zdrojů trav a dostupnost získaných výsledků má význam nejen pro vlastní uživatele genetických zdrojů ve šlechtění, výzkumu a vzdělávání při rozhodování o výběru jednotlivých položek do šlechtitelských a výzkumných programů, ale poskytuje cenné informace také širší odborné veřejnosti o možnostech uplatnění konkrétních odrůd při tvorbě a využívání travních směsí ve specifických podmínkách. Všechny hodnocené materiály jsou pro šlechtitele a výzkumné instituce dostupné prostřednictvím on-line informačního systému GRIN Czech na adrese: <http://grinczech.vurv.cz/>.

Dedikace

Příspěvek vznikl za finanční podpory MZe v rámci řešení Národního programu konzervace a využívání genetických zdrojů rostlin a agro-biodiversity.

Použitá literatura

- Macolino, S. et al. Species Succession and Turf Quality of Tall Fescue and Kentucky Bluegrass Mixtures as Affected By Mowing Height. Crop Science [online]. 2014, 54 (3) [cit. 2015-10-12]. DOI: 10.2135/cropsci2013.10.0669.
- Míka, V. Morfogenez trav. Praha: VÚRV, 2002, 200 s.
- Pelikán, J., Ševčíková, M., Lošák, M. Metodika řešení kolekce genetických zdrojů píce a trav. In: Dotlačil, L. et al.: Rámcová metodika Národního programu konzervace a využívání genetických zdrojů rostlin a agro-biodiversity. Praha: VÚRV, 2009, s. 212-225.
- Roudná, M., Dotlačil, L. Genetické zdroje – význam, využívání a ochrana. Praha: MŽP, 2007 28 s.
- Ševčíková, M. Pěstované rody a druhy trav. In: CAGAŠ, B. Trávy pěstované na semeno. Olomouc: Petr Baštan, 2010, s. 56-58.
- Ševčíková, M. et al. Klasifikátor. Trávy (Poaceae). Praha: VÚRV, 2002, 34 s.

Kontaktní adresa:

Ing. Martin Lošák, OSEVA PRO s.r.o., o.z. Výzkumná stanice travinářská Rožnov – Zubří, Hamerská 698, 756 54 Zubří, losak@oseva.cz

VYUŽITÍ BEZPILOTNÍHO SNÍMKOVÁNÍ PRO HODNOCENÍ STAVU POROSTŮ OBILNIN V PRECIZNÍM ZEMĚDĚLSTVÍ

Application of unmanned aerial systems for assessment of cereal canopy in precision agriculture

Lukas V.¹, Novák J.¹, Neudert L.¹, Svobodová I.², Edrees M.¹, Bláha O.³

¹Mendelova univerzita v Brně

²Zemědělský výzkumný ústav Kroměříž, s.r.o.

³Checkterra, Hostomice

Abstrakt

Celoplošné hodnocení stavu porostů je jedním z nezbytných kroků pro úspěšnou aplikaci lokálně cílené agrotechniky při pěstování rostlin v precizním zemědělství. Jednou z nejvíce progresivních technologií mapování jsou bezpilotní prostředky. Cílem této studie bylo ověřit využití bezpilotního multispektrálního průzkumu pro stanovení základních porostních parametrů pšenice ozimé v průběhu vegetačního období. Sledování proběhlo v roce 2014 na pokusném pozemku o výměře 69 ha v lokalitě Otnice. Výsledky ukázaly, že nejvyšších hodnot korelačních koeficientů bylo dosaženo při použití indexu GNDVI, který zároveň jako jediný vykázal průkaznou korelaci s obsahem N v rostlinách. Z hlediska podílu sledovaných faktorů na hodnoty indexů jednoznačně převládal vliv množství nadzemní biomasy.

Klíčová slova: bezpilotní systémy, pšenice ozimá, biomasa, výživa rostlin, lokálně cílené hospodaření

Abstract

Whole-area evaluation of canopy stands is one of the crucial steps for the successful application of site specific crop management in precision agriculture. One of the most progressive technology for field mapping are unmanned aerial vehicles. The aim of this study was to verify the application of unmanned multispectral imaging to determine basic crop parameters of winter wheat during the growing season. Observation was carried out in 2014 at the experimental field with an area of 69 ha in Otnice. The results showed that the highest values of the correlation coefficients were obtained by using GNDVI. This index also only showed significant correlation with the content of N in plants. Total amount of aboveground biomass was identified as the most important factor influencing the values of vegetation indices.

Keywords: RPAS, winter wheat, biomass, plant nutrition, site specific crop management

Úvod

Pro návrh lokálně cílených zásahů v průběhu vegetace plodin jsou vyžadovány celoplošné informace o stavu porostů. Jejich zjišťování tradičním způsobem na potřebné prostorové úrovni je značně náročné a ekonomicky nákladné. Proto jsou využívány postupy dálkového průzkumu Země, které hodnotí stav vegetace na základě spektrálního chování – odrazivosti elektromagnetického záření, nejčastěji v oblasti viditelného a blízkého infračerveného záření. Pro kvantifikaci parametrů vegetace lze využít vegetační indexy, které jsou stanoveny na základě poměru odrazivosti v přesně definovaných pásmech elektromagnetického záření. Odborná literatura uvádí řadu vegetačních parametrů, které lze využít pro diagnostiku stanovení výživného stavu rostlin a stresových projevů (Fu *et al.*, 2014; Li *et al.*, 2014).

Metody dálkového průzkumu jsou pro hodnocení stavu porostů uplatňovány již po dvě desetiletí (Mulla, 2013). Kromě již zavedeného leteckého a družicového průzkumu se v současnosti stále více prosazují metody bezpilotního průzkumu, zejména z důvodu výrazně nižších provozních a investičních nákladů (Pechanec *et al.*, 2014) a schopnosti snímat při nízké výšce letu, která umožňuje pořizovat data i při výskytu oblačnosti nad snímanou

scénou. Naopak nevýhodou je nižší plošná výkonnost a omezená nosnost, která určuje senzorové vybavení bezpilotního zařízení.

Cílem práce bylo ověřit možnost stanovení základních porostních parametrů v podobě množství nadzemní biomasy a výživného stavu rostlin u pšenice ozimé pomocí bezpilotního multispektrálního snímkování.

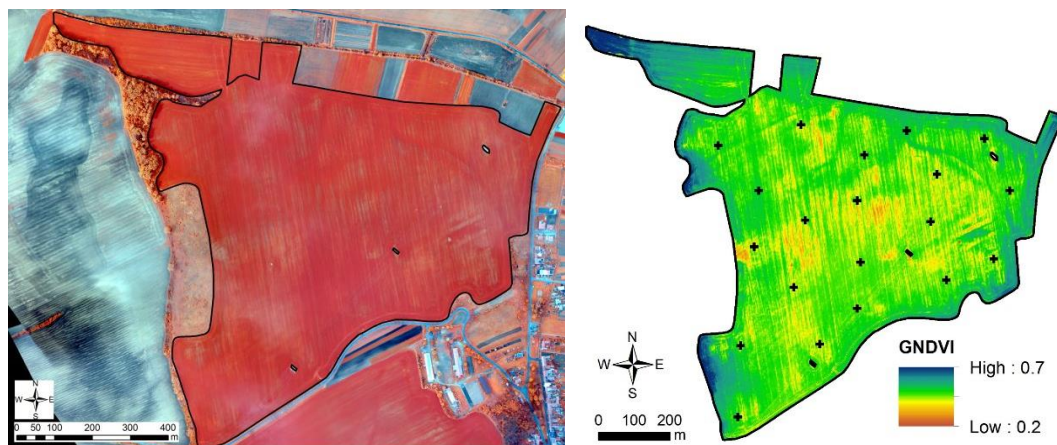
Materiál a metody

Sledování proběhlo v roce 2014 na lokalitě Otnice (Újezd u Brna, 49°5'27"N, 16°50'32"E) na pozemku o výměře 68,77 ha se zasetou pšenicí ozimou. Pozemek je mírně svažité (215 – 277 m n.m.) s převládajícími půdními typy hnědozem a černozem. V průběhu vegetačního období bylo na 20 kontrolních místech pozemku provedeno hodnocení stavu porostu formou odběrů rostlinného materiálu a stanovení množství nadzemní biomasy, počtu rostlin, obsahu N v rostlinách a odběru N. Současně bylo doplněno o spektrometrické měření porostu a diagnostiku výživného stavu přístrojem Yara N-tester (nehodnoceno v rámci tohoto příspěvku). Sledování proběhlo ve dvou termínech, na počátku sloupkování (dne 17.4.2014) a metání rostlin (dne 13.5.2014), v této studii byly použity výsledky pouze z prvního termínu.



Obr. 1 Foto bezpilotního letounu Sensefly eBee a vzlet na pokusné lokalitě.

Na pozemku bylo dne 22. 4. 2014 provedeno firmou Checkterra, s.r.o. bezpilotní snímkování pomocí bezpilotního letounu Sensefly eBee. Letoun byl vybaven digitálními kamerami pro viditelné (RGB) a blízké-infračervené spektrum v oblasti Red-edge (NIR-RE). Výsledný multispektrální obraz byl zkombinován ze dvou přeletů, pro každou kameru zvlášť. Z celkového počtu 502 snímků byla sestavena datová mozaika s výsledným prostorovým rozlišením 15 cm na pixel, která byla následně radiometricky korigována metodou ENVI QUAC. Z takto zpracovaných obrazových záznamů byly v prostředí ESRI ArcGIS vypočteny vegetační indexy NDVI, GNDVI a SRI a odečteny jejich průměrné hodnoty pro plochu kontrolních bodů o průměru 2 m.



Obr. 2 Multispektrální snímek pokusné lokality v nepravých barvách (vlevo) a vypočtený index GNDVI se zákresem odběrových míst na pozemku (vpravo)

Výsledky a diskuze

Výsledky hodnocení stavu porostů z pozemního měření a rozborů rostlin na 20 kontrolních místech jsou uvedeny v Tab. 1. Nejvyšší variabilita byla dosažena u množství čerstvé biomasy a odběru N, hodnoty vegetačních indexů vykázaly nižší nevyrovnanost. Rozložení hodnot GNDVI v rámci plochy pozemku je patrné z Obr. 2.

Tab. 1 Základní statistické údaje z výsledků rozborů porostu pšenice ozimé na kontrolních místech a z bezpilotního průzkumu v podobě vegetačních indexů

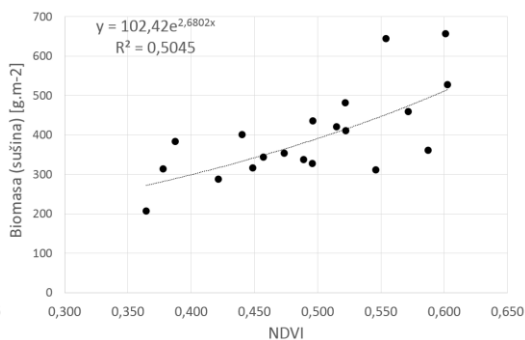
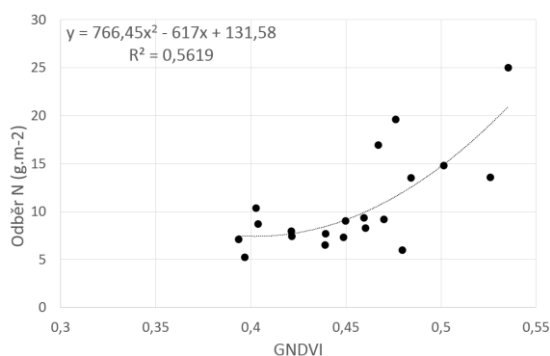
	Průměr	Medián	Min.	Max.	Sm. odch.	Var.koef. [%]
Obsah N [%]	2,57	2,48	1,91	3,81	0,52	20,10
Biomasa (čerstvá) [g.m-2]	1885,51	1588,82	910	4086	786,19	41,72
Biomasa (sušina) [g.m-2]	398,83	372,18	206	656	112,93	28,31
Odběr N [g.m-2]	10,64	8,82	5,18	24,98	5,10	47,92
Výška porostu [cm]	34,30	34,57	27,92	40,48	3,16	9,20
NDVI	0,49	0,50	0,36	0,60	0,07	14,69
GNDVI	0,45	0,45	0,39	0,54	0,04	8,93
SRI	3,04	2,98	2,15	4,04	0,58	19,11

NDVI – Normalized Difference Vegetation Index, GNDVI – Green NDVI, SRI – Simple Ratio Index

Korelační analýza prokázala nalezení střední úrovně korelace mezi vegetačními indexy a porostními parametry. Nejvyšších hodnot korelačních koeficientů dosáhl index GNDVI, který jako jediný vykázal průkaznou korelaci s obsahem N v rostlinách. To potvrzuje výsledky studie autorů Gitelson and Merzlyak (1998), kteří popisují vyšší citlivost GNDVI ke změnám chlorofylu než u indexu NDVI. U všech sledovaných indexů byl identifikován dominantní vliv množství nadzemní biomasy, která je významným ukazatelem růstu rostlin a odhadu výnosu pšenice (Fu *et al.*, 2014). Jak uvádí Li *et al.* (2008), vztah mezi vegetačními indexy a porostními parametry se mění v průběhu vegetačního období, nižší citlivost vykazují indexy při vyšší LAI porostu z důvodu tzv. saturace odraženého záření. Ta je patrná z grafu na Obr. 3, kde vyšší hodnoty biomasy nejsou NDVI spolehlivě identifikovány. Vliv saturačního efektu lze však snížit použitím úzcepásmových vegetačních indexů ze spektrometrického měření (Mutanga and Skidmore, 2004). V některých případech doplnění senzoru o pásmo v oblasti Red-edge může značně vylepšit stanovení pokryvnosti porostu (Verger *et al.*, 2014).

Tab. 2 Hodnota korelačního koeficientu mezi sledovanými vlastnostmi porostu a vegetačními indexy. Tučně jsou uvedeny statisticky průkazné hodnoty korelačního koeficientu.

	Obsah N	Biomasa čerstvá	Biomasa sušina	Odběr N	Výška porostu
NDVI	0,355	0,646	0,688	0,598	0,742
GNDVI	0,495	0,754	0,758	0,709	0,776
SRI	0,369	0,654	0,693	0,610	0,731



Obr. 3 Grafické znázornění výsledků regresní analýzy mezi vegetačními indexy a parametry porostu

Závěr

Výsledky ukázaly na možnost využití bezpilotního multispektrálního snímkování pro hodnocení stavu porostů pšenice ozimé. Vegetační indexy vypočtené z odrazivosti ve viditelném a blízce infračerveném spektru vykazaly středně vysokou korelaci s porostními parametry, zejména s množstvím nadzemní biomasy. Nejvyšších hodnot korelačních koeficientů bylo dosaženo u indexu GNDVI. Bepilotní průzkum tak představuje efektivní alternativu k již v praxi využívanému družicovému a leteckému snímkování. S ohledem na vyšší náročnost na kvalitu obrazových dat, zejména co se týká geometrického a radiometrického zpracování snímků, lze předpokládat uplatnění v zemědělství formou služeb namísto provádění průzkumu samotnými zemědělskými podniky.

Dedikace

Studie byla podpořena výzkumnými projekty NAZV QI111A133 “Zlepšení využití odrůdového potenciálu obilnin na základě časové a prostorové analýzy spektrálních charakteristik porostu” a TAČR TA04021389 „Vývoj systému pro variabilní dávkování pesticidů a hnojiv na základě senzorového monitoringu porostních podmínek“.

Použitá literatura

- Fu, Y., Yang, G., Wang, J., Song, X., Feng, H., 2014. Winter wheat biomass estimation based on spectral indices, band depth analysis and partial least squares regression using hyperspectral measurements. *Computers and Electronics in Agriculture* 100, 51-59.
- Gitelson, A.A., Merzlyak, M.N., 1998. Remote sensing of chlorophyll concentration in higher plant leaves. *Advances in Space Research* 22, 689-692.
- Li, F., Gnyp, M.L., Jia, L., Miao, Y., Yu, Z., Koppe, W., Bareth, G., Chen, X., Zhang, F., 2008. Estimating N status of winter wheat using a handheld spectrometer in the North China Plain. *Field Crops Research* 106, 77-85.
- Li, F., Misteale, B., Hu, Y., Chen, X., Schmidhalter, U., 2014. Reflectance estimation of canopy nitrogen content in winter wheat using optimised hyperspectral spectral indices and partial least squares regression. *European Journal of Agronomy* 52, 198-209.
- Mulla, D.J., 2013. Twenty five years of remote sensing in precision agriculture: Key advances and remaining knowledge gaps. *Biosystems Engineering* 114, 358-371.
- Mutanga, O., Skidmore, A.K., 2004. Narrow band vegetation indices overcome the saturation problem in biomass estimation. *International Journal of Remote Sensing* 25, 3999-4014.
- Pechanec, V., Vávra, A., Machar, I., 2014. Využití UAV technologie pro získávání dat v precizním zemědělství na příkladu ploch s cukrovou řepou. *Listy cukrov. řepař.* 130, 162-165.
- Verger, A., Vigneau, N., Chéron, C., Gilliot, J.-M., Comar, A., Baret, F., 2014. Green area index from an unmanned aerial system over wheat and rapeseed crops. *Remote Sensing of Environment* 152, 654-664.

Kontaktní adresa:

Ing. Vojtěch Lukas, Ph.D.

Ústav agrosystémů a bioklimatologie, Agronomická fakulta

Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno

e-mail: vojtech.lukas@mendelu.cz

KOMBINACE DÁLKOVÉHO PRŮZKUMU A SCINTILOMETRICKÉHO MĚŘENÍ PRO STANOVENÍ AKTUÁLNÍ EVAPOTRANSPIRACE ZEMĚDĚLSKÝCH PLODIN

Combination of remote sensing and scintillometer observation for estimation of actual evapotranspiration of field crops

Lukas V.¹, Pozníková G.^{1,2}, Hlavinka P.^{1,2}, Žalud Z.^{1,2}

¹Mendelova univerzita v Brně

²Centrum výzkumu globální změny, Brno

Abstrakt

Scintilometrické měření představuje relativně novou metodu pro stanovení aktuální evapotranspirace, které vychází z principu vychýlení paprsku elektromagnetického záření turbulent v atmosféře nad sledovanou plochou. Cílem této studie bylo vyhodnotit variabilitu porostů zemědělských plodin v okolí scintilometrického měření na základě analýzy obrazu družicových snímků LANDSAT 8. Sledování probíhalo na lokalitě Polkovice na pozemku s řepkou ozimou (2014) a pšenicí ozimou (2015). Z hodnocení vegetačního indexu NDVI vypočteného z družicových dat vyplývá nevyrovnanost porostů u řepky ozimé v jarním období 2014, které se projevilo na rozdílu scintilometrické měření ve srovnání s referenčním měřením z meteorologické stanice. Naopak porost pšenice ve vegetačním období 2015 lze hodnotit podle NDVI jako vyrovnaný. Výsledky studie potvrzují možnost využití družicových snímků LANDSAT 8 jako podpory scintilometrického měření z hlediska identifikace nevyrovnanosti porostů a jejich změn v průběhu vegetačního období.

Klíčová slova: evapotranspirace, dálkový průzkum Země, nevyrovnanost porostů plodin, Landsat.

Abstract

Scintillometer observation is a relatively new method for determining actual evapotranspiration, which is based on the principle of variation of light beam caused by turbulence in the atmosphere above the observed area. The aim of this study was to evaluate the variability of vegetation of agricultural crops within footprint of scintillometer measurement based on image analysis of LANDSAT 8 satellite imagery. Observation was carried out in Polkovice within field with oilseed rape (2014) and winter wheat (2015). The evaluation of vegetation index NDVI calculated from satellite data showed the heterogeneity in crop stand of oilseed rape during spring season in 2014, which was reflected by difference of scintillometer records compared to reference measurements from the meteorological station. In 2015 crop stand of winter wheat can be assessed by NDVI as homogenous. The results of this study confirm the possibility of using LANDSAT 8 imagery as support of scintillometer observation for the identification of crop variability during the vegetation period.

Keywords: evapotranspiration, remote sensing, crop variability, Landsat.

Úvod

Stanovení aktuální evapotranspirace je významné pro hodnocení vodní bilance zemědělských plodin. Existuje několik způsobů určení aktuální evapotranspirace na základě mikrometeorologického pozorování, jejich přehled podává např. Fischer (2012). Jednou z nových metod je scintilometrické měření. Scintilometrie je optická metoda založena na detekci a vyhodnocování scintilací – tetelení vzduchu nad ohřátým povrchem. Přístroj se skládá z vysílače vysílajícího paprsek elektromagnetického záření a přijímače, který zachycuje fluktuace daného paprsku způsobené turbulent v atmosféře. Tyhle dvě části přístroje mohou být od sebe vzdáleny několik stovek ale i tisíců metrů. Vypočítané energetické toky jsou pak průměrnou hodnotou pro území velkého footprintu. Tohle je zásadní výhoda scintilometrické metody oproti bodovému měření například pomocí metody Eddy Covariance, která je dnes považována za standardní metodu pro výpočet

evapotranspirace a dalších energetických toků. V posledních letech se scintilometrie ukázala být spolehlivou metodou pro stanovení prostorově průměrných toků nad homogenními ale i heterogenními plochami.

Pro celoplošnou identifikaci aktuální evapotranspirace se nabízí metody dálkového průzkumu Země zaznamenávajících spektrální a tepelné vlastnosti sledovaných objektů. Pro tyto účely lze využít družicová data globálního charakteru nebo cílených leteckých kampaní (Rodriguez et al., 2011). Postupy stanovení evapotranspirace z družicových dat se liší způsobem výpočtu a zdrojem obrazových záznamů (Anderson et al., 2012).

Tato studie je zaměřená na aplikaci družicových dat jako podpory pro vyhodnocení mikroklimatického měření. Cílem bylo vyhodnotit variabilitu porostů zemědělských plodin v ploše dráhy scintilometrického měření na základě analýzy obrazu družicových snímků LANDSAT 8.

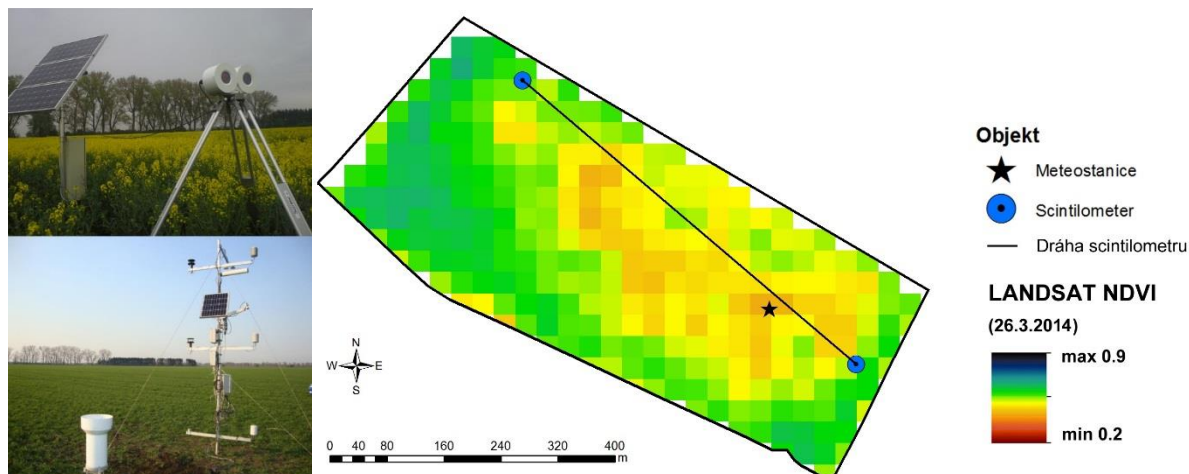
Materiál a metody

Sledování probíhalo v roce 2014 a 2015 na poloprovozním pokusu o výměře 25,9 ha nacházející se v k.ú. obce Polkovice (Kojetín). Pozemek se nachází v rovinatém terénu (199 - 200 m n.m.) s převládajícím půdními typy černozem modální a černozem arenická. Pěstovanými plodinami byly řepka ozimá (2014) a pšenice ozimá (2015).

Scintilometrické měření

Scintilace jsou způsobeny fluktuacemi indexu lomu (n) vzduchu podél šířeného paprsku a jeho velikost lze popsat jako parametr indexu lomu vzduchu (C_n^2) (De Bruin, 2002). Z měřeného C_n^2 lze odvodit parametr teploty (CT^2) a aplikací Monin-Obhukovovi teorie similarity tok pocitového tepla (H) může být vypočítán (Meijninger et al., 2002). Doplněním rovnice energetické bilance: $R_n - G = H + LE$, kde R_n je čisté radiace, G je tepelný tok do půdy, H a LE jsou tok pocitového tepla a tok skupenského tepla (vše ve $W\ m^{-2}$), můžeme získat také výslednou evapotranspiraci (tok skupenského tepla přepočten na mm).

Během experimentu na lokalitě Polkovice byl použit scintilometr BLS900 (Scintec, SRN). Vysílač a přijímač byli ve vzdálenosti 617,0 m ve výšce 4,2 m nad povrchem půdy. Měřicí interval scintilometru byl 1 min a výsledná data byla průměrována na 30 min. Potřebná data o radiaci, teplotě, toku tepla do půdy, rychlosti větru atd., byla získána z automatické meteorologické stanice umístěné ve středu pozemku. Rozložení jednotlivých prvků pozemního sledování na pozemku je patrné z Obr. 2.



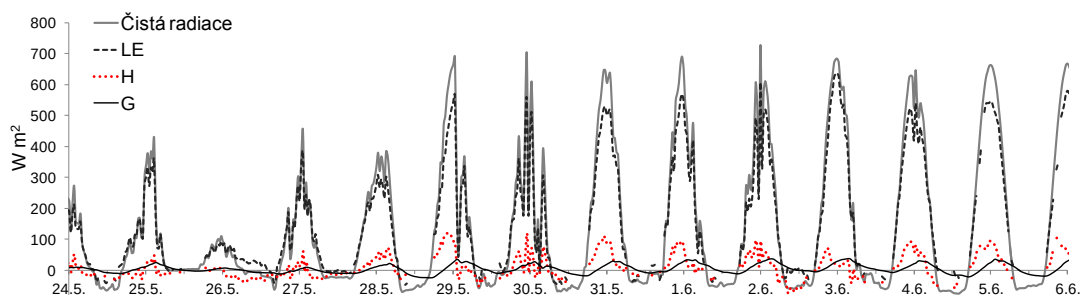
Obr. 1 Rozmístění scintilometru (foto vlevo nahoře) a meteostanice (foto vlevo dole) na pozemku s vykreslením dráhy scintilometrického měření a mapy NDVI řepky ozimé ze snímku LANDSAT 8 pořízeného dne 26.3.2014.

Dálkový průzkum

Pro hodnocení variability porostu zemědělských plodin v rámci sledovaného byly využity volně dostupné digitální snímky družice Landsat 8 LDCM. Data jsou poskytována v různých pásmech spektra od viditelného po tepelné záření, pro účely studie byly využity multispektrální snímky senzoru OLI s prostorovým rozlišením 30 m na pixel. Doba oběhu družice je 16 dní, vzhledem k překryvu scén nad pokusnou lokalitou byly snímky pořizovány v intervalu 7-9 dní. Z důvodu častého výskytu oblačnosti bylo pro sledovanou část vegetačního období obou plodin vybráno pouze 7 (2014) a 8 (2015) použitelných snímků. Po základním předzpracování snímků byl v prostředí ESRI ArcGIS z odrazivosti v červeném (R) a blízké infračerveném (NIR) pásmu vypočten vegetační index Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) podle rovnice $NDVI = (NIR - R) / (NIR + R)$ (Rouse et al., 1973).

Výsledky a diskuze

Příklad výsledků scintilometrického měření porostu pšenice ozimé za krátké období od 24.5. do 6.6. 2015 v podobě grafické reprezentace všech složek energetické bilance je znázorněn na Obr. 2. Pozníková et al. (2015) porovnávali na dané lokalitě scintilometrického měření s tradičním postupem stanovení evapotranspirace dle Bowenova poměru z výsledků zachycení gradientů teploty a vlhkosti vzduchu. Obě metody poskytly obdobné výsledky, v případě scintilometrie byly mírně nadhodnoceny v porovnání referenčním měřením. Autoři jako jeden z možných důvodů označují vztažnou plochu měření, která je mnohem větší u dráhy scintilometrického paprsku než v případě ryze lokálního měření meteorologickou stanicí.



Obr. 2 Graf znázorňuje všechny složky energetické bilance v 30 min. kroku naměřené scintilometrem v Polkovicích mezi daty 24.5.2015 a 6.6.2015: šedá plná čára reprezentuje čistou radiaci, šedá čárkovaná – tok pocitového tepla, červená tečkovaná – tok pocitového tepla a černá plná je tepelný tok do půdy (vše v $W.m^2$)

Pro určení nevyrovnanosti vztažné plochy scintilometrického měření byl použit vegetační index NDVI vypočten z obrazových dat družice LANDSAT 8. Tab. 1 uvádí popisné statistické údaje NDVI pro sledovaný pozemek. Vyšší hodnoty variačního koeficientu v jarním období 2014 odpovídají nevyrovnanému porostu řepky ozimé z důvodu špatného vzejití po zasetí a přezimování (viz mapa na Obr. 1). V průběhu vegetačního období se ale porost postupně vyrovnával. Nízká variabilita NDVI u pšenice ozimé v průběhu vegetačního období 2015 ukazuje naopak na vyrovnaný porost v celé ploše pokusu. Průnikem dráhy paprsku scintilometru s mapou NDVI umožňuje sestavit profil hodnot NDVI v rozlišení odpovídající vstupním datům (v tomto případě 30 m na pixel). Výsledně bude studie doplněna o analýzu termálních snímků LANDSAT 8, které v kombinaci s NDVI lze využít pro celoplošné stanovení aktuální evapotranspirace s následnou validací ze scintilometrického měření (Tang et al., 2011).

Tab.1 Popisná statistika hodnot NDVI z LANDSAT snímků pro plochu pokusu

Plodina	Datum snímku	Min.	Max.	Průměr	Sm.odch.	Var. koef (%)
řepka ozimá	10.3.2014	0.328	0.591	0.444	0.065	14.54
	26.3.2014	0.417	0.672	0.542	0.057	10.61
	2.4.2014	0.495	0.723	0.609	0.052	8.61
	18.4.2014	0.582	0.815	0.737	0.040	5.43
	20.5.2014	0.653	0.819	0.757	0.032	4.19
	14.6.2014	0.648	0.784	0.767	0.015	1.94
	8.8.2014	0.213	0.457	0.277	0.028	9.95
pšenice ozimá	20.3.2015	0.497	0.687	0.637	0.026	4.05
	14.4.2015	0.541	0.704	0.660	0.032	4.80
	21.4.2015	0.644	0.838	0.813	0.024	2.94
	16.5.2015	0.645	0.853	0.838	0.022	2.57
	3.7.2015	0.517	0.746	0.687	0.029	4.19
	19.7.2015	0.260	0.474	0.303	0.022	7.14
	4.8.2015	0.223	0.414	0.251	0.020	7.88
	11.8.2015	0.216	0.386	0.233	0.017	7.48

Závěr

Scintilometrické měření představuje relativně novou metodu při hodnocení energetických toků a evapotranspirace, významných pro určení vodní bilance porostů zemědělských plodin. Na rozdíl od tradičního mikroklimatického měření vychází měření z větší vztažné plochy, v které ale ne vždy vykazuje homogenní vlastnosti. Výsledky této studie ukazují, že pro identifikaci prostorové nevyrovnanosti lze využít družicové snímky LANDSAT 8, přepočtené na vegetační index NDVI. Periodicita pořizování družicových dat pak s ohledem na výskyt oblačnosti umožňuje zachycení dynamiky růstu a vývoje porostu. Práce bude v budoucnu rozšířena o stanovení evapotranspirace z družicových dat a jejich validaci scintilometrickým měřením.

Dedikace

Příspěvek vznikl za podpory projektu COST CZ MŠMT LD14121 “Možnosti dálkového průzkumu Země pro stanovení aktuální evapotranspirace vybraných polních plodin“ a NPU I. LO1415 “CzechGlobe 2020 - Rozvoj Centra pro studium dopadů globální změny klimatu“.

Použitá literatura

- Anderson, M. C., Allen, R. G., Morse, A., Kustas, W. P. 2012. Use of Landsat thermal imagery in monitoring evapotranspiration and managing water resources. *Remote Sensing of Environ.* 122: 50-65.
- De Bruin, H. 2002, Renesance of scintillometry. *Bound.-Layer Met.* 105: 1-4.
- Fischer, M. 2012, Water balance of short rotation coppice, Mendelu Brno. Ph.D. thesis, 261 pp.
- Meijninger, W.M.L., Hartogensis, O.K., Kohsiek, W., Hoedjes, J.C.B., Zuurbier, R.M., DeBruin, H.A.R.. 2002. Determination of the area-averaged sensible heat fluxes with a large aperture scintillometer over a heterogeneous surface, *Boundary-Layer Meteorology* 105, 37-62.
- Rodriguez, J. M., Ustin, S. L., Riaño, D. 2011. Contributions of imaging spectroscopy to improve estimates of evapotranspiration. *Hydrological Processes*. 26: 4069-4081.
- Rouse, J. W., Haas, R. H., Schell, J. A., Deering, D. W. 1973. Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. In: *United States: 1973*, p. 309-317.

Kontaktní adresa:

Ing. Vojtěch Lukas, Ph.D., Ústav agrosystémů a bioklimatologie, Agronomická fakulta, Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno, vojtech.lukas@mendelu.cz

VLIV DLOUHODOBÉHO RŮZNÉHO ZPRACOVÁNÍ PŮDY NA OBSAH ŽIVIN V RŮZNÝCH VRSTVÁCH PŮDY

Effect of different soil tillage practices on the nutrient content in different soil layers

Mühlbachová G., Kusá H., Vavera R., Růžek P.

Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Praha

Abstrakt

V Praze – Ruzyni probíhá od roku 1995 polní pokus, kde jsou uplatňovány různé technologie zpracování půdy - konvenční, minimální zpracování a bez zpracování. V různých hloubkách půdního profilu (0-0,1m, 0,1-0,2m a 0,2-0,3m) byl porovnáván obsah živin (P, K, Mg a Ca). Nejvyšší obsahy živin u minimálního zpracování a bez zpracování byly, s výjimkou Ca, zjištěny ve vrchní vrstvě půdního profilu, zatímco v nižších vrstvách se obsahy živin snižovaly, což může mít vliv na dostupnost živin pro hlouběji kořenicí rostliny. Naopak obsahy Ca jsou nejnižší v povrchové vrstvě půdy a s hloubkou půdního profilu se zvyšují vzhledem k postupnému vymývání Ca z půdního profilu. Průměry let 2003-2007 a 2008-2013 ukazují u minimalizačních technologií na tendenci zvyšujících se obsahů K na půdním povrchu, naopak patrný pokles je u obsahu fosforu, což následně ovlivní i rozhodování o hnojení těmito prvky.

Klíčová slova: Půdoochranné technologie; živiny; orba; minimalizace; bez zpracování

Abstract

The conventional tillage, minimum tillage and no-tillage systems are carried out at Prague-Ruzyně (Czech Republic) since 1995. The distribution of soil nutrients (P, K, Mg and Ca) in the layers 0-0.1m, 0.1-0.2m and 0.2-0.3m was compared. The highest content of nutrients, with exception of Ca, was obtained under minimum and no-tillage technology. The nutrient contents (with exception of Ca) decrease with the depth of the soil profile which could negatively affect the crops having deeper roots. On contrary, Ca content was the lowest on the surface soil layer and increase in deeper soil layers. The average content of nutrients of the years 2003-2007 and 2008-2013 showed a tendency to increase contents of K and the decrease of P contents on the soil surface under conservation tillage which will affect fertilization strategies with both elements.

Key words: Conservation tillage technology; nutrients; ploughing; minimum tillage; no-tillage

Úvod

Minimální zpracování půdy a technologie bez zpracování s ponecháním různého množství posklizňových zbytků jsou v posledních letech stále častěji využívány v praxi, a to i v České republice. Hůla a kol. (2008) uvádí, že v ČR jsou celkově minimalizační technologie uplatňovány na více než 30 % orné půdy. Většinou se jedná o postupy s mělkým (omezeným), případně středně hlubokým zpracováním půdy kypřením bez obracení půdy orbou. Zpracováním půdy ovlivňujeme její vodní, vzdušný a tepelný režim a zároveň i biologické, chemické a fyzikální vlastnosti. Dlouhodobé používání technologií s minimálním zpracováním nebo bez zpracování půdy mění také rozvrstvení koncentrací živin v půdním profilu. Změny vyvolané použitím minimalizačních technologií zpracování půdy se časem ustálí, přičemž je ovlivněna přijatelnost živin pro rostliny včetně těch z rozložených posklizňových zbytků a půdní organické hmoty v povrchové vrstvě půdy, což v důsledku ovlivňuje i produkční schopnosti půdy a výnosy plodin (Hussain et al., 1999). U půd, kde jsou využívány minimalizační technologie nebo technologie bez zpracování, se ve vrchním půdním horizontu zvyšuje obsah živin z aplikovaných hnojiv, které se dále nedostávají ve větším množství do hlubších částí půdního profilu. Pro rozhodování o vhodném zapravení hnojiv vzhledem ke konkrétním půdním podmínkám, použité technologii a pěstované plodině je proto důležité diagnostikovat úroveň obsahu živin v půdě v celé orniční vrstvě.

Cílem práce bylo diagnostikovat obsahy základních živin v jednotlivých vrstvách orniční vrstvy při různých způsobech zpracování půdy.

Materiál a metody

Polní pokus, kde jsou porovnávány různé technologie zpracování půdy, byl založen v roce 1995. Stanoviště se nachází v Praze – Ruzyni (typ půdy – Luvisol na spraši, jílovito-hlinitá půda, průměrné roční srážky 472 mm, průměrná roční teplota 8,4°C). Na půdě jsou použity tři technologie zpracování půdy – konvenční (orba do 22 cm), minimální (do 10 cm) a bez zpracování s ponecháním posklizňových zbytků na povrchu půdy. Půdy jsou každoročně hnojeny dusíkatými minerálními hnojivy podle výsledků stanovení N_{min} v půdě a požadavků pěstovaných plodin (k pšenici ozimé v dávce 120-160 kg N/ha, k řepce ozimé 160-180 kg N/ha a bez hnojení dusíkem k hrachu). Dále jsou půdy pravidelně hnojeny dávkou 80 kg K_2O /ha a 60 kg P_2O_5 /ha. V rotaci plodin se střídá pšenice ozimá s řepkou ozimou nebo hrachem. Odběr vzorků probíhá každý rok mezi 14.-22. květnem, kde jsou vzorkovány půdy z profilu 0-0,1m, 0,1-0,2m a 0,2-0,3m. Obsahy živin byly v každé sledované vrstvě půdního profilu stanoveny metodou Mehlich 3 a analyzovány metodou indukčního plazmatu ICP-OES (přístroj iCAP 7400 Duo, Thermo Jarrel Ash, USA).

Výsledky a diskuze

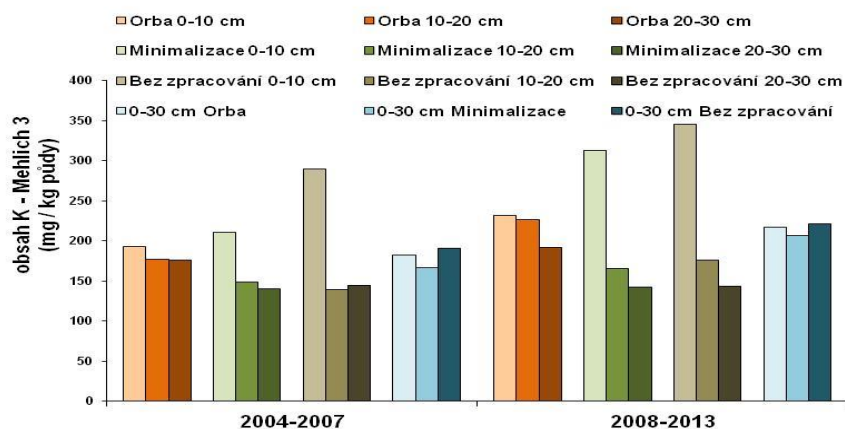
Na grafech 1-4 je znázorněno rozmístění K, P, Mg a Ca v jednotlivých vrstvách půdy po různém zpracování. Po orbě byly uvedené živiny v půdním profilu 0-0,3m téměř rovnoměrně rozmístěny. U půdy s redukováným zpracováním a bez zpracování byly živiny (P, K, Mg) v důsledku hnojení, menší pohyblivosti v půdě a také let používání těchto minimalizačních technologií kumulovány v povrchové vrstvě půdy. U draslíku byl také patrný nárůst jeho koncentrací v povrchové vrstvě půdy v důsledku každoročního hnojení 80 kg K_2O /ha v minerálních hnojivech a ponechání posklizňových zbytků. Se zvětšující se hloubkou půdního profilu se obsah P, K a Mg snižoval. Opačný trend byl zaznamenán u vápníku, který se z povrchové vrstvy půdy postupně vymýval a koncentroval se v hlubších vrstvách půdního profilu. Živiny méně pohyblivé v půdě jako P a K (u draslíku transport v půdním profilu omezen v důsledku vysokého stupně nasycení půdy bazickým kationem Ca^{2+} a tím i vysoké adsorpce K^+ na jílové minerály) jsou orbou zapraveny do hlubších vrstev půdy a naopak spodní vrstva půdy obohacená vápníkem a případně i hořčíkem se obracením půdy dostává na povrch.

Obsah Ca se naopak v horní vrstvě půdy po redukováném zpracování a bez zpracování vzhledem k jeho postupnému rozpouštění a vymývání snižoval a k jeho kumulaci došlo v hlubších vrstvách půdy. U orby se obracením půdy s příměsí opuky vápník dostává zpět k povrchu půdy, což neplatí při použití u minimalizačních technologií. Této skutečnosti je do budoucna věnovat pozornost a je třeba současně sledovat i hodnoty pH, protože postupně dochází i k okyselování povrchových vrstev půdy. Výměnný a vodorozpustný vápník se z horních vrstev půdy vymývá a povrchová vrstva půdy se postupně okyseluje, čemuž je nutné u minimalizačních technologií zpracování půdy věnovat zvláštní pozornost a v případě potřeby doplňovat zásobu vápníku v půdě dolomitickým vápencem (střední zrnitost), který působí pomalu. Vápník má nezastupitelnou úlohu v tvorbě půdní struktury a významně ovlivňuje retenční schopnost půdy. Jak uvádí Fecenko a Ložek (2000), vápník je základním prvkem půdní úrodnosti a ochráncem životního prostředí. Jako nejdůležitější bazický kation rozhoduje o půdní reakci a pufracní schopnosti půd a podstatně ovlivňuje přístupnost makro i mikroelementů v půdě.

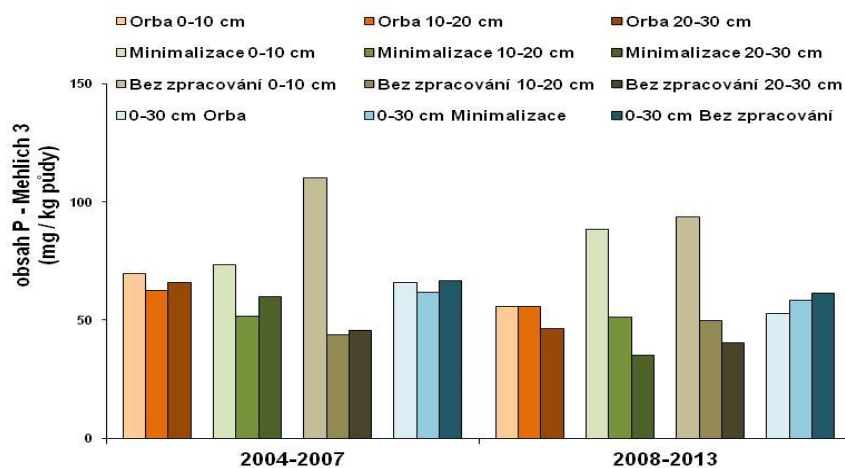
Výsledky budou mít vliv na úpravu hnojení na půdách s minimalizačními technologiemi zpracování půdy. Na půdách z dlouhodobého pokusu v Praze-Ruzyni se na základě zjištěných výsledků (Grafy 1 a 2) ukazuje, že každoročně aplikovaná dávka 80 kg K_2O /ha v kamexu

nebo draselné soli je vzhledem k ponechání slámy po sklizni a na draslík méně náročnému osevnímu postupu (ozimá pšenice, ozimá řepka, ozimá pšenice, hrách) plně dostačující a v příštích letech může být i mírně snížena. Naopak u fosforu došlo i při pravidelném každoročním hnojení 60 kg P_2O_5 v amofosu k mírnému snížení obsahu P v půdě, což se zatím neprojevalo snížením výnosů pěstovaných plodin ani obsahu P ve sklizených produktech.

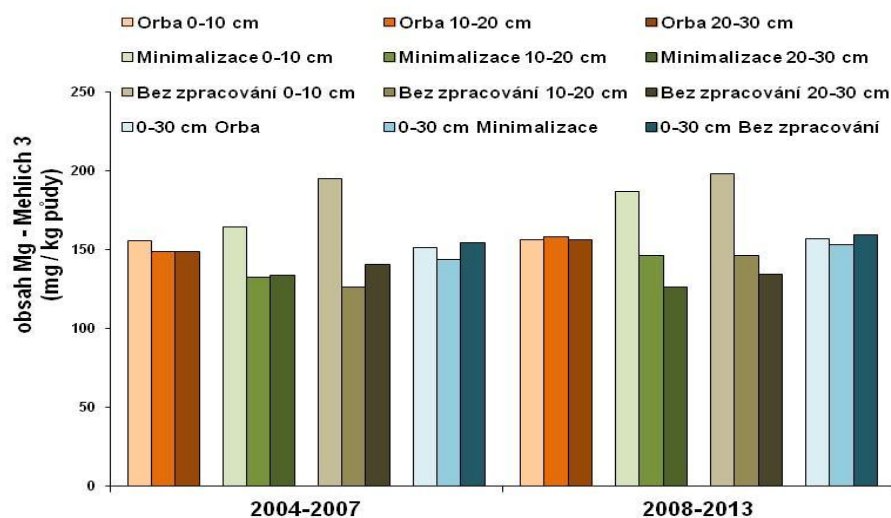
Graf 1: Obsah K v ornici po různém způsobu zpracování půdy

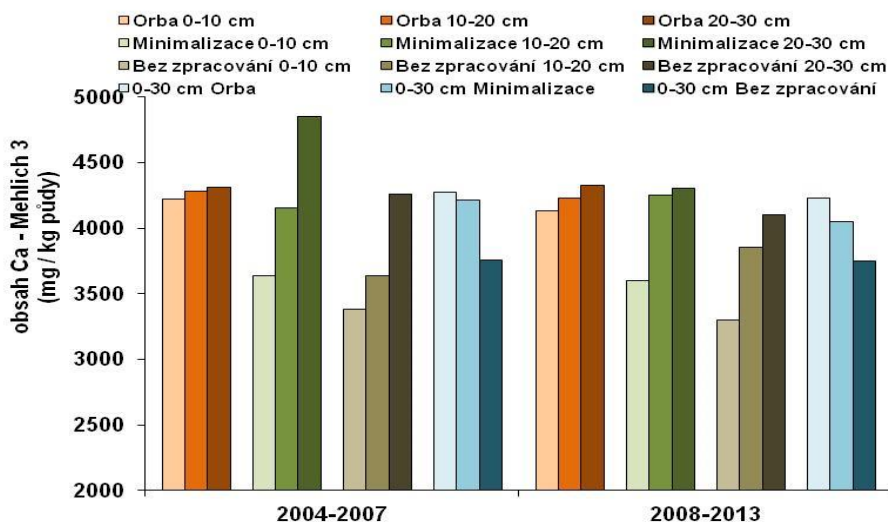


Graf 2: Obsah P v ornici po různém způsobu zpracování půdy



Graf 3: Obsah Mg v ornici po různém způsobu zpracování půdy



Graf 4: Obsah Ca v ornici po různém způsobu zpracování půdy**Závěr**

V dlouhodobém pokusu s různými technologiemi zpracování půdy byly u minimalizačních technologií zjištěny nejvyšší obsahy živin v půdě s výjimkou Ca ve vrchní vrstvě půdy. U těchto technologií se distribuce prvků v půdním profilu liší od konvenčního zpracování s orbou. U konvenčního zpracování půdy se jednotlivé prvky (K, P a Mg) dostávají orbou do hlubších vrstev půdního profilu, zatímco u minimalizace a technologie bez zpracování půdy se kumulují v povrchové vrstvě. Vzhledem ke kumulaci živin v povrchové vrstvě půdy je u bezorebných technologií třeba řešit snižující se zásobu makroprvků v hlubších vrstvách půdy a využívat např. lokální aplikaci hnojiv spojenou s hlubokým kypřením půdy.

Dedikace

Výsledky byly dosaženy s podporou projektu MZE RO 015.

Použitá literatura

- Hůla J., Procházková B. (eds.) kol. (2008): Minimalizace zpracování půdy. Profí Press, Praha. 248 s. ISBN 978-80-86726-28-1
- Hussain, I., Olson, K.R., Ebelhar, S.A., 1999. Long-term effects on soil chemical properties and organic matter fractions. Soil Sci. Soc. Am. J., 63, 1335-1341
- Fecenko J., Ložek O. (2000): Výživa a hnojení poľných plodín. Nitra: SPU. 442 stran. ISBN 80-7137-777-5

Kontaktní adresa:

Ing. Gabriela Mühlbachová, Ph.D.
 Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i.
 Drnovská 507, 161 06 Praha 6 – Ruzyně
 E-mail: muhlbachova@vurv.cz

ÚHOROVÉ HOSPODAŘENÍ NA ORNÉ PŮDĚ

The fallow on arable land

Novotná J., Badalíková B.

Zemědělský výzkum, spol. s r. o.

Abstrakt

V letech 2011-2014 byl sledován vliv různého agrotechnického hospodaření na fyzikální stav ornice pomocí válečku Kopeckého. Na sledovaném pozemku byly založeny dvě varianty pokusu - zpracování půdy diskováním a úhorové hospodaření. Lokalita se nachází poblíž obce Mikulov v kukuřičné výrobní oblasti v nadmořské výšce 350 m na středně těžké černozemi na spraši. Průměrná roční teplota je zde 9,6°C a průměrný roční úhrn srážek je 524 mm. Na lokalitě byly pěstovány plodiny v rámci osevního postupu: ječmen ozimý, řepka ozimá, pšenice ozimá a kukuřice. Úhor byl zcela ponechán sukcesi, pouze se 1x ročně provedlo posečení narostlých plevelů. Během čtyřletého sledování byly u varianty s úhorovým hospodařením zjištěny nižší hodnoty objemové hmotnosti redukované a vyšší hodnoty minimální vzdušné kapacity ve srovnání s diskovanou variantou.

Klíčová slova: fyzikální vlastnosti půdy, černozem, úhor, diskování

Abstract

In the years 2011-2014 the effect of different agronomy practices on physical properties of topsoil was studied. The samples of intact soil were collected by means of Kopecky cylinders. Two soil tillage treatments were established – disk tillage and fallow. The locality is situated in the territory of Mikulov in a maize-growing region at the altitude 350 m. Average annual sums of temperature and precipitations were 9.6 °C and 350 mm, respectively. Local soils were characterised as medium-heavy Chernozem on loess. The crops grown on cultivate plot were winter barley, winter rape, winter wheat and maize. A part to the experimental plot was left as a fallow with a spontaneous succession of vegetation (full-grown weeds were cut only once per year). During four years of monitoring has been found that for fallow management was lower bulk density and higher minimal air capacity in contrast to the disk tillage.

Key world: physical soil properties, chernozem, fallow, disk tillage

Úvod

Změny fyzikálních vlastností půdy jsou charakteristickým projevem nežádoucího zhutnění půdy. Zhutnění půd je na mnohých stanovištích příčinou významného zhoršení produkční schopnosti půd, omezuje plné využití genetického potenciálu plodin a snižuje efektivitu dalších vstupů (hnojiva, chemikálie). Zhutňování půdy se především negativně projevuje zvýšením objemové hmotnosti půdy a má za následek snížení nekapilárních pórů v půdě, při vyšší intenzitě zhutnění i destrukci půdních agregátů (Hůla a kol., 2010).

Stávající stav zhutnění půd je důsledkem v minulém období dlouhodobě uplatňovaných jednostranných a nevhodných intenzifikačních opatření. Jednalo se především o neúměrné dávky a nesprávný sortiment minerálních hnojiv, nedostatečný přísun organické hmoty do půdy, používání těžké mechanizace a celou řadu dalších faktorů, kdy nebyly uplatněny kompenzační vazby především preventivního charakteru a agrobiologická opatření vedená k omezování zhutnění půdy. Současné hlavní příčiny zhutnění půd, které i v minulém období vedly ke zhutňování půdy, jsou i nadále antropogenního charakteru. V současnosti je situace ve zhutnění půdy o to složitější, že ve značné míře je půda dlouhodobě degradována kompakcí v podorničních horizontech (Javůrek a Vach, 2008).

Podle Carriguese a kol. (2013) jsou odhady dopadu utužení v souladu s empirickými pozorováními, vzrůstá s obsahem půdní vody, závisí na půdním typu a na váze a šířce pneumatik používané mechanizace. V rámci půdního typu jsou predikce utužení nejvíce citlivé na počáteční objemovou hmotnost a obsah vody v půdě. Častá reakce kořenového

systému na zvýšení utužení je snižování velikosti kořenů, zpomalená penetrace kořenů a menší hloubka prorůstání (Gliński and Lipiec, 1990).

Materiál a Metody

V roce 2011 – 2014 probíhalo sledování poloprovozního pokusu v katastru obce Mikulov. Lokalita se nachází v kukuřičné výrobní oblasti v nadmořské výšce 350 m na středně těžké černozemi na spraši, půdní druh hlinitá. Průměrná roční teplota je zde 9,6°C a průměrný roční úhrn srážek je 524 mm. Na lokalitě byly pěstovány plodiny v rámci osevního postupu: ječmen ozimý (*Hordeum vulgare*), řepka ozimá (*Brassica napus* L.), pšenice ozimá (*Triticum aestivum*), kukuřice (*Zea mays*)

Na sledovaném pozemku byl spolu s obhospodařovanou částí založen úhor, který byl zcela ponechán sukcesi, pouze se 1x ročně provedlo posečení narostlých plevelů.

Varianty pokusu:

1. půda bez zpracování (úhor)
2. diskování

Fyzikální stav půdy byl sledován pomocí válečků dle Kopeckého. Půdní vzorky byly odebírány na začátku vegetačního a na konci vegetačního období, vždy ze třech hloubek 0-0,10, 0,10-0,20 a 0,20-0,30 m.

Data byla statisticky hodnocena více faktorovou analýzou variance a následné testováním jednoduchých kontrastů metodou dle Tukeye (tab.2, 3). Ke statistické analýze byl využit program Statistica 7.1.

Výsledky a diskuze

Některé půdní fyzikální vlastnosti jsou indikátory existence utužených vrstev, které mohou ovlivnit vývoj kořenů rostlin (Mazurana a kol., 2013). Při hodnocení fyzikálních vlastností pomocí Kopeckého válečků byla hodnocena hlavně objemová hmotnost redukována OHr jako hlavní charakteristika odrážející utužení půdy a minimální vzdušná kapacita MVK.

V tabulce 1 jsou uvedeny výkyvy hodnot OHr. Během sledovaných let byly naměřeny průměrné nižší hodnoty OHr u varianty s úhorem ve srovnání s diskováním. Nejvyšších rozdílů bylo dosaženo mezi povrchovou vrstvou ornice (0 – 0,1 m) a jejími hlubšími vrstvami (0,1 -0,3 m) u obou pokusných variant (tab. 1). Tyto rozdíly byly statisticky průkazné (tab. 3, 4). S vyšší OHr odpovídající vyššímu utužení půdy dochází k poklesu hodnot MVK (tab. 2), což vede k nedostatečnému provzdušnění půdy a k následnému deficitu kyslíku v kořenovém prostoru. Také u MVK se projevil významný rozdíl mezi provzdušněnou povrchovou vrstvou a méně provzdušněnými vrstvami hlubšími (tab. 3, 4).

Vyšší objemová hmotnost mění poměr mezi vodní a vzdušnou kapacitou úměrně ve prospěch vodní kapacity, snižuje celkovou pórovitost a zvyšuje podíl kapilárních pórů (Czyz, 2006).

Tab. 1: Průměrné hodnoty objemové hmotnosti redukováne (g.cm⁻³)

varianta	hloubka (m)	rok			
		2011	2012	2013	2014
úhor	0 - 0,1	1,13	1,28	1,34	1,25
	0,1-0,2	1,58	1,46	1,60	1,52
	0,2-0,3	1,54	1,60	1,60	1,57
	průměr	1,42	1,45	1,51	1,45
diskování	0 - 0,1	1,28	1,49	1,41	1,46
	0,1-0,2	1,60	1,41	1,67	1,59
	0,2-0,3	1,54	1,60	1,62	1,57
	průměr	1,47	1,50	1,57	1,54

Tab. 2: Průměrné hodnoty minimální vzdušné kapacity (% obj.)

varianta	hloubka (m)	rok			
		2011	2012	2013	2014
úhor	0 - 0,1	19,38	12,42	11,37	12,33
	0,1-0,2	3,24	10,18	8,50	8,25
	0,2-0,3	5,03	7,78	9,63	8,37
	průměr	9,22	10,13	9,83	9,65
diskování	0 - 0,1	13,51	10,39	13,06	8,99
	0,1-0,2	6,82	11,92	7,96	7,08
	0,2-0,3	8,21	7,91	7,54	7,67
	průměr	9,52	10,07	9,52	7,91

Z výsledků je patrné, že pokusný pozemek byl značně utužený a ani po čtyřletém úhoru nedošlo v ornici (0,1 – 0,3 m) k dostatečnému poklesu O_{Hr} pod kritickou mezní hodnotu 1,45 g.cm⁻³. Tomuto také odpovídají hodnoty minimální vzdušné kapacity, které jsou pod hranicí kritické hodnoty 10 % obj s výjimkou povrchové vrstvy (0 – 0,1 m). V práci Pranagala a Podstawka-Chmielewskeho (2012) bylo zjištěno, že u půdy ponechané 10 let ladem po konvenčním hospodaření došlo k výraznému zlepšení jejího fyzikálního stavu. Po 6 letech zde došlo ke snížení O_{Hr} a ke zvýšení celkové pórovitosti, provzdušnění, polní kapacity a vodní retenci.

Dle Hůly a kol. (2010) je dokázáno, že při nadměrném zhutnění půdy nad hodnotu O_{Hr} 1,6 g.cm⁻³ se již značně snižuje efektivnost minerálního hnojení, zejména dusíkem, k čemuž u našeho pokusu došlo v roce 2013 u varianty diskování.

Tab.3: Analýza variance pro objemovou hmotnost redukovanou a minimální vzdušnou kapacitu (v letech 2001-2014)

	Absolutní člen	Stupně volnosti	PC
Objemová hmotnost redukována	Abs. člen	1	424,69 ***
	Varianta	1	0,19 ***
	Hloubka*varianta	2	0,12 ***
	Chyba	167	0,01
Minimální vzdušná kapacita	Abs. člen	1	17258,63 ***
	Varianta	1	9,78 n.s.
	Hloubka*varianta	2	47,28 ***
	Chyba	167	5,71

*** $P = 0,001$; ** $P = 0,01$; * $P = 0,05$; n.s. non-significant

Tab. 4: Tukeyův HSD test pro objemovou hmotnost redukovanou a minimální vzdušnou kapacitu (v letech 2001-2014)

	hloubka	varianta	prům. hodnoty (% obj.)	varianta	prům. hodnoty (% obj.)
Objemová hmotnost redukována	0 - 0,1 m	úhor	1,25 b	úhor diskování	1,46 a 1,52 b
	0 - 0,1 m	diskování	1,41 c		
	0,1-0,2 m	úhor	1,54 a		
	0,1-0,2 m	diskování	1,56 a		
	0,2-0,3 m	úhor	1,57 a		
	0,2-0,3 m	diskování	1,58 a		
Minimální vzdušná kapacita	0 - 0,1 m	úhor	13,87 c	úhor diskování	9,71 a 9,26 a
	0 - 0,1 m	diskování	11,49 b		
	0,1-0,2 m	úhor	7,54 a		
	0,1-0,2 m	diskování	8,45 a		
	0,2-0,3 m	úhor	7,70 a		
	0,2-0,3 m	diskování	7,83 a		

Průměrné hodnoty indikované různými písmeny jsou statisticky rozdílné ($P = 0,05$)

Podle Cunha a kol. (2011) dochází při zpracování půdy, ve srovnání s půdou ponechanou ladem, k redukci půdní organické hmoty, která ovlivňuje fyzikální vlastnosti, jako je zvýšení OHR a penetračního odporu půdy, snižuje makroporositu a pórovitost půdy atd.

Zpracováním půdy lze ovlivňovat její objemovou hmotnost, avšak jen samotné zpracování půdy nemění její stabilizaci. Faktorů ovlivňujících tuto veličinu je spousta. Ale právě OHR je obvykle užívána jako nejdůležitější veličina pro vyjádření fyzikálního stavu půdy. Jejím zvyšováním nebo snižováním je ovlivňována rychlost mineralizace organické hmoty (Badalíková, Bartlová, 2010).

Závěr

V úhorovém hospodaření bylo dosaženo nižších hodnot objemové hmotnosti redukované ve srovnání s diskovanou variantou. Minimální vzdušná kapacita dosahovala vyšších hodnot u varianty s úhorem, ačkoliv výrazněji se to projevilo pouze v povrchové vrstvě ornice. Ani po čtyřech letech v úhorovém režimu nedošlo u utužené půdy k poklesu objemové hmotnosti redukované pod kritickou mezní hodnotu, u varianty s diskováním byla dokonce překročena hranice $1,6 \text{ g.cm}^{-3}$.

Dedikace

Výsledek byl získán za (částečné) institucionální podpory na dlouhodobý koncepční rozvoj výzkumné organizace.

Použitá literatura

- Badalíková B., Bartlová J., 2011: Degradation Processes taking Place in Soils under Conditions of Different Tillage. In sborník CD: 6th International conference ISTRO, Crop management practices adaptable to soil conditions and climate change, Průhonice, p.8-13.
- Carrigues E., Corson M. S., Angers D. A., van der Werf H. M. G., Walter Ch., 2013: Development of a soil compaction indicator in life cycle assessment. The International Journal Life Cycle Assess, 18: 1316-1324.
- Cunha E. D., Stone L. F., Moreira J. A. A., Ferreira E. P. D., Didonet A. D., Leandro W. M., 2011: Soil tillage systems and cover crops in organic production of common bean and corn. I – Soil physical properties. Revista Brasileira de Ciencia do Solo, 35 (2): 589-602.
- Czyz E., 2006: Effects of management practices on soil physical quality. Proc. of ISTRO 17th Conference on Soil Management for Sustainability. Aug 28th-Sept 3rd, 2006 Christian Alberts Univ. Zu Kiel, Germany, (Eds. Vogt. B. et al.), pp. 1211-1217. ISBN 3-9811134-0-3
- Hůla J. a kol., 2010: Dopad netradičních technologií zpracování půdy na půdní prostředí. Uplatněná certifikovaná metodika, VUZT Praha, 58 s.
- Gliński, J., Lipiec, J., 1990: Soil Physical Conditions and Plant Roots. CRC Press, Boca Raton, FL, USA, 250 pp.
- Javůrek M., Vach M., 2008: Negativní vlivy zhutnění půd – soustava opatření k jejich odstranění. Metodika pro praxi, VURV Praha, 24 s.
- Mazurana M., Fink J. R., da Silveira V. H., Levien R., Zulpo L., Brezolin D., 2013: Soil physical properties and maize root growth in an ultisol under controlled machine traffic. Revista Brasileira de Ciencia do Solo, 37 (5): 1185-1195.
- Pranagal J., Podstawka-Chmielewska E., 2012: Physical properties of a Rendzic Phaeozem during a ten-year period of fallowing under the conditions of south-eastern Poland.

Kontaktní adresa:

Ing. Jaroslava Novotná, Ph.D., Zemědělský výzkum, spol. s r. o., Zahradní 1, 664 41 Troubsko, jaroslava.novotna@vupt.cz

HODNOCENÍ OBSAHU ORGANICKÝCH ŽIVIN U TRADIČNÍCH A MÉNĚ ZNÁMÝCH DRUHŮ JETELOVIN

Evaluation organic nutrients of traditional and lesser-known species of legumes

Novotná M.¹, Hloucalová P.¹, Knotová, D.², Pelikán, J.², Balabánová M.¹, Skládanka J.¹

¹AF MENDELU, Brno

²Zemědělský výzkum spol. s r.o., Troubsko

Abstrakt

Tato práce se zaměřuje na posouzení obsahu základních nutričních hodnot v čerstvé píce a siláži jetelovin. Hodnotily se odrůdy Spurt (*Trifolium pratense* L.), Faraon (*Trifolium alexandrium*) a Pasat (*Trifolium resupinatum* L.). Obsah dusíkatých látek v čerstvé píce se u jednotlivých druhů pohyboval v rozmezí 13,63–16,68%. V siláži sledovaných jetelovin se hodnoty dusíkatých látek pohybovaly v rozmezí 11,7–16,89%. V siláži sledovaných jetelovin se hodnoty dusíkatých látek pohybovaly v rozmezí 11,7–16,89%. Obsah tuku se snížil ($P < 0,05$) při použití chemického konzervantu. Obsah vlákniny nepřekročil hodnotu 26 %. Obsahy organických živin u hodnocených jetelovin jsou blízké běžně využívanému *Trifolium pratense* L.

Klíčová slova: jeteloviny, siláž, organické živiny, konzervace

Abstract

This work focuses on the assessment of basic nutritional value of fresh forage and silage clover. In the trials were evaluated the varieties Spurt (*Trifolium pratense* L.), Faraon (*Trifolium alexandrium* L.) and Pasat (*Trifolium resupinatum* L.). Crude protein content of green matter for individual species moved from 13.63 to 16.68%. The value of crude protein in silages ranged from 11.7 to 16.89%. The fat content was reduced ($P < 0.05$) using a chemical preservative. The fiber content does not exceed the value of 26%. The contents of organic nutrients in legumes are close *Trifolium pratense* L.

Key words: legumes, silage, organic nutrients, conservation

Úvod

Víceleté pícniny se uplatňují ve všech výrobních oblastech. Jejich pěstování je důležité v osevním postupu (především jeteloviny) pro půdní úrodnost, pěstování následných plodin a omezení eroze. Jeteloviny mají silné, dlouhé kořeny, díky tomu dokáží proniknout do utužených spodních vrstev půdy a získávají odtud živiny, které jsou pro většinu ostatních kulturních rostlin nedostupné. Hlízkové bakterie mohou poutat až 220 kg vzdušného dusíku na hektar za rok (Zapletalová, 1993). Další cennou vlastností jetelovin, zejména v nížinných oblastech, je vysoká výnosová stabilita při méně příznivých klimatických podmínkách. Ve srovnání s ostatními pícninami mají jeteloviny nejmenší spotřebu energie a zároveň nejvyšší energetickou účinnost. Čistým energetickým ziskem jsou srovnatelné se silážní kukuřicí. Pěstování víceletých pícnin umožňuje snížit ekologická rizika pěstování jednoletých pícnin ve výše položených a svažitých lokalitách.

Živiny v krmivech jsou látky, které jsou po přijetí a trávení schopny být v organismu zvířete metabolizovány (Mandal a Banerje, 2009). Jsou to látky organického i neorganického původu. Organické látky uvolňují při svém štěpení energii. Hlavní energetické živiny jsou sacharidy, tuky a dusíkaté látky. Výživnou hodnotu krmiva ovlivňuje i obsah biologicky účinných látek, tedy nejen vitamínů, enzymů a hormonů, ale i antinutričních látek. Dusíkaté látky jsou všechny látky obsažené v krmivech, které v molekule obsahují dusík. Jejich množství se vyjadřuje jako obsah dusíku vynásobený koeficientem 6,25 (Tamir, 2006). Vláknina zahrnuje strukturální sacharidy, které se nacházejí v buněčných stěnách rostlinných buněk. Jedná se o směs celulózy, hemicelulóz a nestravitelných inkrustujících látek, jako je

lignin, kutin a další (Nykänen, 2008). Na základě poměru mezi sacharidy (celulóza, hemicelulózy) a ligninem se mění stravitelnost vlákniny. Obsah vlákniny v rostlinných krmivech se pohybuje mezi 5 – 40 % v sušině (Mustafa a Seguin, 2003). Tuky jsou po stránce chemického složení heterogenní látky, jejichž společným znakem je nerozpustnost ve vodě a rozpustnost v nepolárních rozpouštědlech. V krmivech se stanoví jako zbytek získaný po vysušení dietyetherového nebo petroletherového extraktu. Ten obsahuje kromě základních tuků (triacylglycerolů) také mastné kyseliny, vosky, fosfolipidy, lipoproteiny aj. (Lättemäe et al., 1996).

Materiál a metody

Hodnocena byla biomasa z maloparcelkových experimentů Výzkumného ústavu pícninářského v Troubsku u Brna (nadmořská výška 270 m. n. m., roční úhrn srážek 400–500 mm, průměrná roční teplota 10–12°C), (ČHMÚ, 2015). Hodnocenými druhy jeteloviny byly jetel luční “Spurt” (*Trifolium pratense* L.), jetel alexandrijský “Faraon” (*Trifolium alexandrinum* L.) a jetel zvrácený “Pasat” (*Trifolium resupinatum* L.). Silážována byla biomasa z prvních sečí sklizených koncem května a začátkem července (Spurt 22.5.2014, Faraon a Pasat 2.7.2014). Porosty sklizené v optimální pícninářské zralosti (butonizace) byly pořežány na řezanku max. 2 cm a při dodržení všech zásad silážování byly připraveny siláže do mikrosilážních nádob. Byly připraveny 2 druhy siláží – bez chemického ošetření “kontrola” a s použitím chemického konzervantu Silafor 2Plus v dávce doporučené výrobcem. Po 60-ti dnech byly odebrány vzorky jednotlivých siláží a stanoveny základní nutriční charakteristiky (dusíkaté látky, vláknina, ADF, NDF, tuk, BE), (Pozdíšek a kol., 2008). Ke zpracování a vyhodnocení výsledků byl použit program Statistica CZ 10, metoda jednofaktorové analýzy variance ANOVA a následným testováním Tukeyovým testem.

Výsledky a diskuze

Stanovené hodnoty jednotlivých živin v čerstvé píce a siláži jetelovin jsou uvedeny v tabulce. Hodnoty jsou přepočítány na 100% sušinu. Obsah dusíkatých látek v čerstvé píce se u jednotlivých druhů pohyboval v rozmezí 13,63–16,68%. Rajčáková a Mlynář (2009) uvádí průměrnou hodnotu dusíkatých látek v píce tolíce dětelové 23,5%, v píce jetele lučního 19,3%. Tyto vyšší hodnoty lze přisuzovat druhové odlišnosti. Obsah NL v čerstvé píce jetele lučního je uváděn průměrně 17,95% (Hejduk, 2007; Zeman, 1995). Obsah tuku v čerstvé píce kolísal mezi 2,98% a 5,05%. Zeman (1995) v katalogu krmiv uvádí hodnoty tuku v čerstvé píce 2,4%. Zastoupení vlákniny sledovaných druhů dosahovalo hodnot 24,38%, 20,01% a 18,68%. Z krmivářského hlediska je u přežvýkavců kritická hodnota vlákniny čerstvé píce 26%. Komárek a Pozdíšek (2001) dodávají, že obsah vlákniny v jetelovinách roste s pozdějším termínem sklizně - z 12,8% na začátku května na 26,9% v polovině června. Popeloviny v čerstvé píce dosahovaly hodnot 7,58–9,08%. Hejduk (2007) na základě svého pokusu udává hodnotu popelovin v čerstvé píce jetele lučního 8,89%.

V siláži sledovaných jetelovin se hodnoty dusíkatých látek pohybovaly v rozmezí 11,7–16,89%. Těmto hodnotám odpovídají výsledky Vaňorkové (2013), která uvádí obsah NL v siláži jetele lučního 16,95%. Obsah tuku se v silážované hmotě všech odrůd snižuje ($P < 0,05$) při použití chemického konzervantu oproti kontrole, především u odrůdy Faraon z 6,77% na 4,90%. V katalogu krmiv (Zeman, 1995) je uvedena průměrná hodnota tuku v siláži jetelovin 3,0%. Obsah vlákniny ve sledovaných silážích dosáhl ($P < 0,05$) nejvyšších hodnot (25,88%) u odrůdy Faraon při použití konzervantu. Dvořáčková a kol. (2013) uvádějí, že optimální hodnota vlákniny u jetelové siláže je do 23%, ADF do 26%, NDF nad 38%. Zeman (1995) uvádí v katalogu krmiv obsah vlákniny 24,8% u siláže jetele lučního na první seči. Další literatura také uvádí, že optimální hodnota pro ADF je 16–20% a pro NDF minimálně 30% (Vaňorková, 2013). Tyto údaje korespondují s našimi výsledky. Hejduk (2007) dodává, že s

rostoucím obsahem vlákniny nad 30% výrazně klesá stravitelnost píce. Z výsledků hodnocení energie lze pozorovat, že použití chemického konzervantu nepatrně snižuje obsah BE siláže oproti neošetřeným silážím, výsledky jsou statisticky průkazné ($P < 0,05$) pouze u odrůdy Faraon – kontrola 18,33 MJ/kg, konzervant 17,22 MJ/kg. Zeman (1995) ve své práci uvádí průměrný obsah BE v jetelové siláži 18,31%. Z výsledků je zřejmé, že obsah popelovin je v silážích vyšší, až 12,28% u odrůdy Pasat při použití chemického konzervantu. Vaňorková (2013) ve své práci uvádí obsah popelovin v jetelové siláži 10,40%.

Rozdíly mezi obsahy živin v čerstvé píci a silážích mohou být dány zvýšeným obsahem popelovin v silážích.

Tabulka – Obsah organických živin v sušině čerstvé píce a siláži jednotlivých druhů jetelovin (Troubsko, 2014)

Odrůda	Ošetření	Popel (%)	NL (%)	Tuk (%)	Vláknina (%)	z toho		BE (MJ/kg)
						ADF (%)	NDF (%)	
Spurt	ČP	8,14	15,12 ^a	2,98 ^a	24,38	32,53	37,2	17,02
	A	7,85	15,88 ^b	5,56 ^b	23,76	31,84	37,38	17,78
	C	7,43	15,89 ^b	4,92 ^b	21,88	30,21	38	17,75
Faraon	ČP	7,58 ^a	13,63	3,98 ^a	20,01 ^{ab}	32,93	38,87	16,63 ^a
	A	10,92 ^b	14,17	6,77 ^b	20,86 ^a	35,32	31,11	18,33 ^b
	C	11,81 ^c	14,59	4,90 ^a	25,88 ^b	36,94	33,93	17,22 ^a
Pasat	ČP	9,08 ^a	16,89	5,05	18,68 ^a	27,66 ^a	32,36	16,73
	A	10,16 ^{ab}	15,29	4,78	25,21 ^b	37,28 ^b	40,88	17,57
	C	12,28 ^b	11,7	4,55	23,03 ^b	33,05 ^c	33,36	16,71

Legenda: ČP – čerstvá píce, A – kontrola, C – chemické ošetření

Mezi průměrnými hodnotami s různými indexy (a, b, c) ve sloupcích jednotlivých odrůd jsou statisticky průkazné rozdíly na hladině $P < 0,05$.

Závěr

Mezi jednotlivými druhy jetelovin je možné pozorovat odlišnosti v hodnotách základních nutričních charakteristik. Všechny hodnoty jsou velmi blízké hodnotám u běžně využívaného jetele lučního. U odrůdy Spurt byly stanoveny hodnoty NL 15,12–15,89%, tuku 2,98–5,56%, vlákniny 21,88–24,38% a obsah BE 17,02–17,78 MJ/kg. Jednoletá odrůda Faraon v závislosti na způsobu ošetření obsahovala od 13,63 do 14,59% NL, 3,98–6,77% tuku, 20,01–25,88% vlákniny a 16,63–18,33 MJ/kg BE. Obsahy živin v odrůdě Pasat dosahovaly hodnot 11,7–16,89% NL, 4,55–5,05% tuk, 18,68–25,21% vláknina a 16,71–17,57 MJ/kg BE. U odrůd Faraon a Pasat je obsah živin v silážích ovlivněn vyšším podílem popelovin.

Dedikace

Tato práce vznikla za podpory projektů NAZV QJ1310100 - Vývoj a optimalizace metod stanovení biogenních aminů v návaznosti na zvýšení zdravotní bezpečnosti siláží, IGA IP 9/2015 AF MENDELU - Stanovení obsahu fytoestrogenů v čerstvé píci a siláži jetelovin.

Použitá literatura

- ČHMÚ. 2015. Mapy charakteristik klimatu [online]. [cit. 19.10.2015]. Dostupné z: <http://www.chmi.cz/portal/dt?menu=JSPTabContainer/P4_Historicka_data/P4_1_Pocasi/P4_1_3_Mapy_char_klim>
- Dvořáčková, J., Doležal, P., Vyskočil, I. 2013. Effect of the growing season duration of sorghum and Sudan grass hybrids on the chemical composition and digestibility of organic matter. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 61(6), 1629-1635.
- Hejduk, S. 2007. Kvalita píce při extenzivním využívání pastvin. *Náš chov*, 3. 102-106.
- Komárek P., Pozdíšek J. 2001. Vliv přidavku lučních bylin na fermentaci jílku vytrvalého, vojtěšky seté a jetele lučního. In: Sborník z mezinárodní vědecké konference Biologicky aktivní fenolické látky v zemědělských plodinách. VÚRV, Praha, 37–45.
- Lättemäe, P., Ohlsson, C., & Lingvall, P. 1996. The combined effect of molasses and formic acid on quality of red-clover silage. *Swedish Journal of Agricultural Research (Sweden)*.
- Mandal, L., Banerjee, S. 2009. Evaluation of nutritive value of berseem (*Trifolium alexandrinum*) on Garole sheep. *Journal of Crop and Weed*, 5(2). 43-44.
- Mustafa, A. F., Seguin, P. 2003. Ensiling characteristics, ruminal nutrient degradabilities and whole tract nutrient utilization of berseem clover (*Trifolium alexandrinum* L.) silage. *Canadian journal of animal science*, 83(1). 147-152.
- Nykänen, A. 2008. Nitrogen dynamics of organic farming in a crop rotation based on red clover (*Trifolium pratense*) leys. *AgriFood Research Reports* 121. 60s.
- Pozdíšek, J., Loučka, R., Bjelka, M. 2008. Metodická příručka pro chovatele k výrobě konzervovaných krmiv (siláží) z víceletých píceňin a trvalých travních porostů. Rapotín: Výzkumný ústav pro chov skotu, s.r.o., 39s. ISBN: 978-80-87144-06-0.
- Rajčáková, L., Mlynár, R. 2009. Zásady využívania potenciálu silážnych a konzervačných prípravkov pri výrobe kvalitných a hygienicky nezávadných konzervovaných krmív (metodická príručka). Nitra: Centrum výskumu živočišnej výroby. 44s.
- Tamir, B. 2006. Forage yield and economic viability of grass (*Chloris gayana*) and legume (*Trifolium pratense*) mixtures under variable seed rates in the eastern highlands of Ethiopia. *Tropical Science*, 46(4). 209-212.
- Vaňorková V. 2013. Silážování trav. Bakalářská práce. Brno: Mendelova univerzita, Agronomická fakulta. s. 40.
- Zapletalova, I. 1993. Production ability of red clover (*Trifolium pratense*) cultivars. *Plant Genetic Resources (Slovakia)*.
- Zeman, L. 1995. Katalog krmiv: (tabulky výživné hodnoty krmiv). 1.vyd. Pohořelice: VÚVZ, 465s. ISBN 80-901598-3-4.

Kontaktní adresa:

Ing. Monika Novotná,
Ústav 222, Zemědělská 1/1665, 613 00 Brno,
novomo@centrum.cz

STANOVENÍ TRAJEKTORIE POHYBU U ZEMĚDĚLSKÝCH SOUPRAV

Trajectory determination for agricultural kits

Pospíšil J., Červinka J.

Mendelova univerzita v Brně, Agronomická fakulta

Abstrakt

V práci jsou zpracovány teoretické výpočty vlečných křivek pro traktorové soupravy a následně ověřeny výsledky teoretických výpočtů praktickým měřením pohybu skutečných souprav. Pro potřeby projektování polních cest jsou stanovena typová tažná vozidla s výkonem 100 kW a 190 kW. K těmto vozidlům jsou navrženy odpovídající návěsy a jsou vytvářeny vlečné křivky pro minimální poloměry směrových oblouků podle ČSN 736109.

Klíčová slova: traktorová souprava, trajektorie, matematické modelování, praktické měření

Abstract

The paper presents theoretical calculations curves for towing tractor kits and subsequently these calculations are verified by practical measurements under field conditions. Special types of towing vehicles, with the power of 100kW and 190kW, are selected for field roads planning and realizations. Appropriate trailers are suggested for these vehicles and consequently trailing curves for the minimal curve radius are created according to the ČSN 736109.

Keywords: tractor package, trajectory, mathematical modelling, practical measurements

Úvod

V České republice se v zemědělství přepraví 100 mil. Tun, což odpovídá třetině hmotnosti materiálu přepraveného vnitrostátní silniční dopravy. Zemědělství patří k největším dopravcům národním hospodářství. Převážná část (cca 83 %) se přepraví uvnitř zemědělského podniku. Dopravní soupravy používají pro přepravu jak silniční tak i polní cesty. Při přejezdech zemědělské techniky se projevují její konstrukční specifika, která ji odlišují od ostatní mobilní techniky. Technika působí na poli veliké škody půdní struktuře. Podle počtu náprav mohou dosahovat zemědělské stroje hmotností až 48 t. Zatížení techniky, které dovolují naše předpisy je uvedeno v tabulce 1.

U traktorových návěsů a přívěsů s nápravami uprostřed může být hmotnost vyšší, než je uvedeno v tabulce č. 1 u přívěsů, v závislosti na počtu náprav o hmotnost, která připadá na závěsné zařízení tzv. oko oje, a to u traktorových návěsů o max. 3 t a přívěsů s nápravami uprostřed o max. 1,0 tuně. Okamžitá hmotnost vozidla (soupravy) nesmí překročit největší povolenou hmotnost vozidla. Jedná-li se o znečištění (bláto, voda, sníh), připouští se překročení maximálně o 3 %.

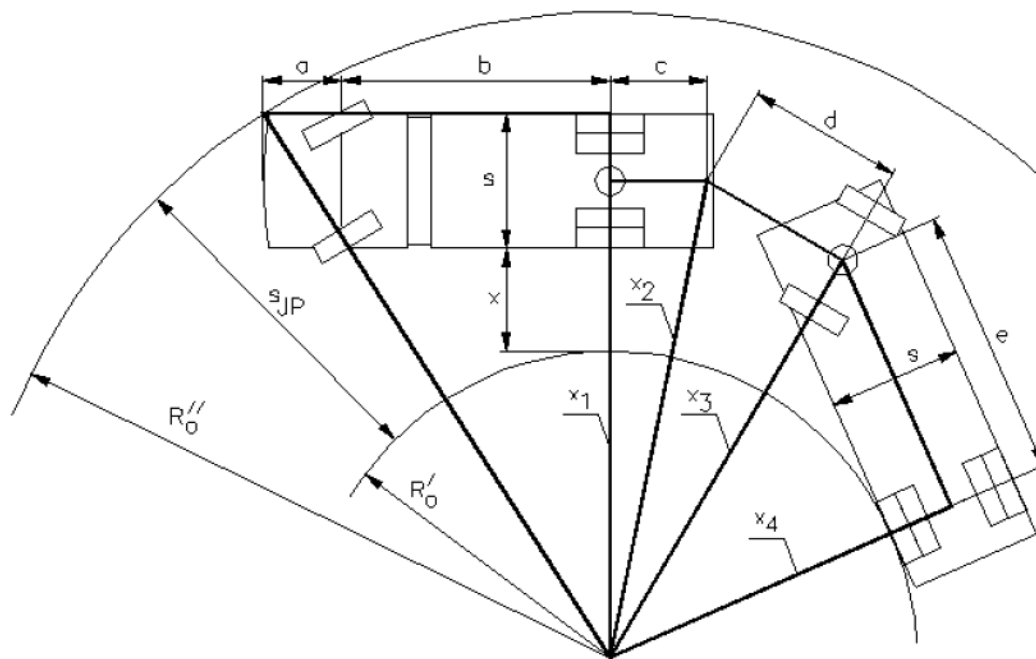
Tabulka č. 1 Dovolené zatížení traktorových náprav

Náprava	Hmotnost [t]
u jednotlivé nápravy	10,00
u jednotlivé hnací nápravy	11,50
u dvojnápravy do 1,0 m *	11,50
od 1,0 m do 1,3 m	16,00
od 1,3 m do 1,8 m	18,00
od 1,3 m do 1,8 m	19,00

* dvojnápravou se rozumí dvě nápravy umístěny za sebou, vzdálenost středů max. do 1,8 m.

Materiál a metody

Při pohybu strojů a souprav je nejproblematictější průjezd směrovým obloukem. Při průjezdu směrovým obloukem jsou přední řídicí kola vedena po trajektorii, kterou udává řidič. Zatímco zadní kola se pohybují v závislosti na konstrukci a rozměrech vozidla nebo jízdní soupravy. Nejedou totiž po stejné dráze jako kola přední, nýbrž zmenšují poloměr oblouku. Při průjezdu levotočivou zatáčkou jsou vlečné křivky tvořeny předním pravým rohem vozidla a vnitřní poloměr značí obrys levé zadní nápravy přívěsu, jak je znázorněno na obr. 1. Z obrázku 1 je jasné vidět, že přívěsová jízdní souprava po průjezdu levotočivou zatáčkou vytvoří dvě obalové křivky. Šířku jízdního pásu vypočítáme dle Pythagorovy věty z jednotlivých trojúhelníků, vyznačených na obr. 1.



Obr. 1. Průjezd jízdní soupravy obloukem

$$x_1 = \sqrt{(R''_0)^2 - (a+b)^2} \quad [\text{m}] \quad (1)$$

$$x_2 = \sqrt{\left(x_1 - \frac{s}{2}\right)^2 + c^2} \quad [\text{m}] \quad (2)$$

$$x_3 = \sqrt{x_2^2 - d^2} \quad [\text{m}] \quad (3)$$

$$x_4 = \sqrt{x_3^2 - e^2} \quad [\text{m}] \quad (4)$$

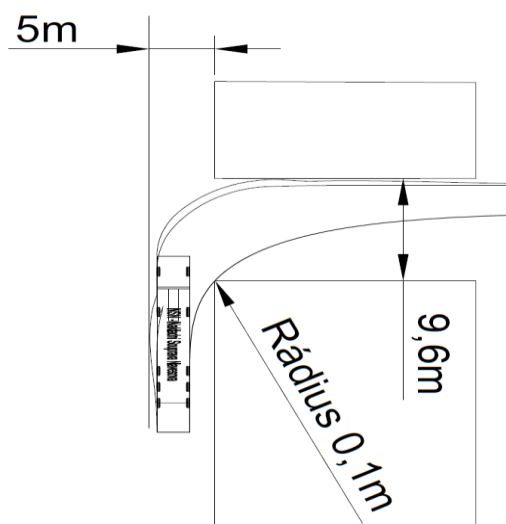
Šířku jízdního pásu vypočítáme z jednotlivých trojúhelníků, vyznačených na obr. 1 podle vztahů 1-5.

Teoretické vlečné křivky vypočítané pro traktorové soupravy pomocí výpočtů v softwaru. Určíme bočení souprav, rozměry a plochou potřebnou k projetí směrového oblouku. Důvodem výpočtů je absence vlečných křivek pro zemědělské stroje.

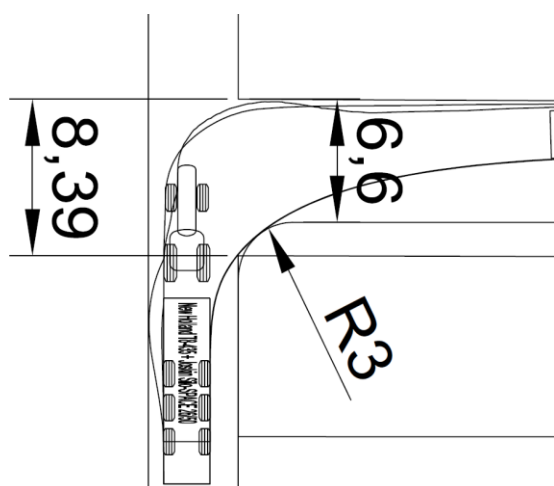
Výsledky a diskuze

Na základě analýzy je vytvořeno typové tažné vozidlo s výkonem 100 kW označené jako malý traktor a 190 kW označené jako velký traktor. K těmto tažným strojům se připojují různé odpovídající návěsy a jsou vytvářeny vlečné křivky pro minimální poloměry směrových

oblouků podle ČSN 736109. To znamená pro 25 a 12,5 m. Současně byl stanoven i minimální oblouk pro soupravu. Tento oblouk bývá využíván při najíždění a vyjíždění z pozemku. Rozměry nezbytné k výpočtům byly zvoleny podle rozměrů ze schvalovací dokumentace strojů. Teoretické výpočty byly prováděny v programu CadTools, nástavbě programu Autocad. Následně bylo provedeno praktické měření s cílem ověřit platnost a funkčnost SW. V praktické části je aplikována na zvolená typová vozidla a na konkrétní poloměr je proveden experiment.



Obr. 2 Plocha nutná pro pohyb soupravy při vjezdu na pole při ostré úhlu hrany sjezdu



Obr.3. Plocha nutná pro pohyb soupravy při vjezdu na pole zaoblení nájezdu $R = 3$ m

Na obr. 2 jsou plochy pro pohyb soupravy na pole při ostré hraně nájezdu a na obr.3 je stejná situace a potřebná plocha pro manévr soupravy při zaoblení nájezdu $R = 3$ m. Teoretické výpočty byly následně ověřeny měřením. Kontrola teoretického výpočtu se provede průjezdem vozidla po namalované křivce. Při pohybu skutečného vozidla pak byla ověřena přesnost simulace. Simulace pro soupravy, které se skládají z tahače (traktoru) a návěsu jsou velmi přesné, protože v programu je implementována jízdní soupravy nákladního automobilu a modely jsou velmi blízké. Výsledky simulace s návěsem s tandemovou nápravou se liší pouze o 2,69 %. U soupravy s přívěsem byla odchylka o 3,89 %. Tyto hodnoty jsou

dostatečně přesné pro využití v projektování. Samojízdné stroje, jako jsou sklizeče cukrovky nebo sklízecí mlátičky, se modelují o něco složitější. Sklizeč cukrovky je konstruován pomocí dvou vozidel, k simulaci kombinace kloubového řízení a řízení náprav. Odchylka u těchto strojů byla 4,76 %. Pro vozidlo traktor s neseným nářadím se používá pro simulaci s prodlouženou zádí. Odchylka mezi simulací a realitou je 5,70 %, což je vůbec největší odchylka. Je způsobena především hmotností neseného nářadí a rychlostí jízdy.

Závěr

V práci jsou vypočítány teoretické vlečné křivky pro traktorové soupravy s přívěsným, návěsným a neseným nářadím. Teoreticky vypočtené křivky jsou následně ověřeny praktickým měřením pohybu skutečných souprav. Výsledky ověření teoretických výpočtů praktickým měřením u traktorových souprav s tandemovou nápravou prokázali odchylku přesnosti oproti teoretickému výpočtu pouze o $\pm 2,69$ %. U soupravy s přívěsem je odchylka $\pm 3,89$ %. Tato přesnost je dostatečná a lze teoretický výpočet využít pro projektování. Teoretická konstrukce vlečné křivky pro samojízdné stroje je složitější. Odchylka u těchto strojů byla $\pm 4,76$ %. Také pro soupravu traktoru s neseným nářadím je nutné používat simulaci s prodlouženou zádí a odchylka mezi simulací a realitou je $\pm 5,70$. Pro tyto typy strojů a souprav je vhodné při návrhu především malých poloměrů oblouků teoretický výpočet ověřit praktickým měřením.

Vytvoření vlečných křivek pro pohyby zemědělských strojů umožní lépe navrhnout rozšíření vozovek v obloucích, ale také na sjezdech polních cest, tak aby nedocházelo k jejich poškození. Znalost parametrů trajektorie pohybu vozidla může také napomoci k lepší organizaci pohybu souprav na souvrati. Na základě analýz bylo také pro potřeby projektování polních cest vytvořeno typové tažné vozidlo s výkonem 100 kW označené jako malý traktor a 190 kW označené jako velký traktor. K těmto tažným vozidlům jsou navrženy odpovídající návěsy a jsou vytvářeny vlečné křivky pro minimální poloměry směrových oblouků podle ČSN 736109. To znamená pro 25 a 12,5 m. Současně byl stanoven i minimální oblouk pro soupravu. Tento oblouk bývá využíván při najíždění a vyjíždění z pozemku.

Dedikace

Článek vznikl v rámci projektu NAZV QJ 1220029 " Zakládání a údržba hrází rybníků s ohledem na jejich využití".

Použitá literatura

ČSN 73 6101: Projektování silnic a dálnic – Český normalizační institut. Praha.

ČSN 73 6109 Projektování polních cest – Český normalizační institut. Praha.

PETŘÍČEK, V.: 1984, Mechanizační prostředky v lesnictví, 1. vyd. Praha: SZN, 285 s.

TP katalog vozovek polních cest Změna č. 2 MZe ČR Č.j. 43385/2011

TP 171 – Vlečné křivky pro ověřování průjezdnosti prvků pozemních komunikací. 2004, Brno: Centrum dopravního výzkumu. ISBN 80-86502-2-14-7.

Kontaktní adresa:

Ing. Jiří Pospíšil, CSc.

ÚZPET AF MENDELU v Brně

Zemědělská 1, 613 00 Brno

e-mail: pospisl@mendelu.cz

PŮDNÍ REAKCE A OBSAH HUMUSOVÝCH LÁTEK U REGOZEMĚ ARENICKÉ SEDM LET PO APLIKACI PŮDNÍCH POMOCNÝCH LÁTEK

Soil reaction and humic substances content in Haplic Arenosol Dystric seven years after soil conditioners application

Pospíšilová L., Vlček, V., Hábová, M., Hybler, V., Jandák, J.

Mendelova univerzita v Brně, Agronomická fakulta, Ústav agrochemie, půdoznalství, mikrobiologie a výživy rostlin. Zemědělská 1, 613 00 Brno.

Abstrakt

Zrnitostně lehké, písčité půdy jsou charakteristické extrémní aciditou, nízkým obsahem humusu, nízkou sorpční a vodní kapacitou. Při hospodaření na těchto půdách je proto hlavní důraz kladen na zlepšení jejich fyzikálních a chemických vlastností. Z tohoto důvodu byl sledován vliv aplikace přípravku Agrisorb, lignitu a zeolitu na vybrané chemické vlastnosti jako je aktivní a výměnná půdní reakce a množství a kvalita humusových látek. Dlouhodobé pokusy probíhaly na lokalitě Ratíškovice (ČR) v letech 2008 – 2015 na regozemi arenické. Výsledky ukázaly, že Agrisorb a lignit měly pozitivní vliv na výměnnou půdní reakci, obsah humusu a humusových látek. Zeolit sledované vlastnosti půdy neovlivnil.

Klíčová slova: regozem, půdní pomocné látky

Abstract

Light textured soils are characteristic by extremely acid soil reaction, low humic substances and nutrients content, low sorption capacity, and low water retention. The main attention is therefore given to the improvement of their chemical and physical properties. The effect of Agrisorb, lignite and zeolite application on to soil reaction and humic substances content was evaluated. Object of study was *Haplic Arenosol Dystric on Aeolic material* (Ratíškovice, Czech Republic) during the period 2008 – 2015. Results showed that Agrisorb and lignite positively influenced exchangeable soil reaction, content of total organic carbon and humic substances content. Application of zeolite did effect neither soil reaction or humus content and quality.

Key words: Arenosol, soil conditioners

Úvod

Půdní pomocné látky a kondicionéry mají zpravidla více účinků současně, přispívají k lepšímu zásobení rostlin přijatelnými živinami a/nebo vodou, k odolnosti vůči nemocem, zlepšují metabolismus polních plodin a jejich úrodu. Agrisorb je organická polymerní sloučenina, která váže vodu a zadržuje ji pro potřeby rostlin v průběhu vegetačního období. Lignit dodává půdě organický uhlík, reguluje uvolňování živin a zlepšuje zadržování vody. Zeolit je schopen sorbovat látky všech skupenství a zlepšuje tak živinný režim půdy (Salaš a kol., 2012, Jandák a kol., 2014). V této práci hodnotíme vliv vybraných půdních pomocných látek (PPL) na půdní reakci, množství a kvalitu humusových látek v půdě.

Materiál a metody

Vybraná lokalita Ratíškovice (okr. Hodonín, ČR) se nachází ve velmi teplé a suché oblasti s průměrným ročním úhrnem srážek 500 až 600 mm. Roční průměrná teplota vzduchu je 9,3°C. Pokusné plochy B, C a E byly založeny metodou bloků ve třech opakováních. Velikost jednoho bloku byla přibližně 1,04 ha. Plocha B (druhově bohatá směs trav, jetelovin a bylin); plocha C (jetelotrávní směs pro krajinný trávník, složená z dostupných suchovzdorných šlechtěných trav a jetelovin); plocha E (přirozená sukcese, bez aplikace PPL). Každá z variant B a C měla svoji kontrolní variantu bez aplikace PPL a tyto výsledky byly statisticky zpracovány. Přirozená sukcese E sloužila k porovnání a kontrole měřených dat na všech

variantách. Podrobný popis založeného pokusu uvádějí Jandák a kol. (2014). Půdní typ byl klasifikován podle Němečka a kol. (2011) jako *regozem arenická*, písčitá, na navátém písku. Dávkování PPL v roce 2008 bylo následující – přípravek Agrisorb byl aplikován v dávce 20 g/m² (tj. 200 kg/ha) pomocí rozmetadla ECHO-SP-125, lignit – neupravený, pouze podrcený, aplikován v dávce 1 kg/m² (tj. 10 tun /ha). Půdní reakce aktivní a výměnná (pH/H₂O a pH/KCl) byly stanoveny potenciometricky (Zbíral a kol., 1997). Celkový obsah organického uhlíku byl stanoven titračně podle Walkley - Blacka (1934). Frakční složení humusových látek bylo stanoveno metodou krátké frakcionace podle Kononové a Bělčikové (1963). Kvalita HL byla hodnocena dle poměru HK/FK a stupně humifikace (Sotáková, 1988). Výsledky byly zpracovány pomocí jedno-faktorové analýzy ANOVA.

Výsledky a diskuse

Základní parametry sledované půdy uvádíme v Tab. 1. Půda měla velmi nízkou kationovou výměnnou kapacitu a neobsahovala karbonáty. Elektrická vodivost byla nízká (0,03 mS/cm), půdu tedy hodnotíme jako nezasolenou. Hodnoty aktivní půdní reakce byly v roce 2008 nízké a pohybovaly se mezi 5,1 až 5. Půdní reakci hodnotíme jako kyselou. Můžeme konstatovat, že v roce 2015 nedošlo ke statisticky průkaznému zvýšení hodnot aktivní půdní reakce – viz obr. 1. Výměnná půdní reakce (2008) byla v rozmezí od 3,9 do 4,6 a půda byla silně kyselá. Sedm let po aplikaci PPL (2015) došlo na variantě C ke statisticky významnému snížení výměnné kyselosti půdy po aplikaci lignitu, Agrisorbu i zeolitu – viz obr. 2. Toto ovšem nebylo potvrzeno na variantě B a statisticky průkazně odlišné hodnoty výměnné kyselosti nebyly zjištěny. Celkový obsah organického uhlíku (C_{org}) byl v roce 2008 nízký a pohyboval se na jednotlivých variantách pokusu od 0,8 do 1,2 %. Obsah humusu dosahoval v hloubce 5 – 10 cm hodnot 1,38 – 2,1 %. Ve spodní části ornice (25 – 30 cm) byl celkový obsah humusu pod 1,0 %. Porovnání zjištěných hodnot C_{org} v letech 2008 a 2015 je uvedeno na obr. 3. V roce 2015 byl celkový obsah uhlíku v rozmezí od 0,96 – 1,2 %. Rozdíly nejsou statisticky průkazné. Jedná se o hodnoty nízké, a proto zásoby půdní organické hmoty u *regozemě arenické* můžeme hodnotit jako nízké. V roce 2008 byl průměrný obsah HL cca 2,5 g/kg na všech variantách pokusu – viz obr. 4. Kvalitu humusových látek hodnotíme jako nízkou. Poměr HK/FK je menší než 1. V roce 2015 po aplikaci PPL byl zjištěn vyšší obsah HL, ale nejedná se o statisticky průkazné rozdíly – viz obr. 4. Nejvyšší průměrný obsah HL byl stanoven ve variantě B po aplikaci lignitu a to 3,6 g/kg. U varianty C a E byl obsah HL velmi podobný (2,6 g/kg a 2,5 g/kg). Stupeň humifikace hodnotíme jako střední a vyšší hodnoty jsou zaznamenány po aplikaci PPL. Výsledky ukazují, že aplikace PPL měla přímý vliv na výměnnou půdní reakci a na celkové množství C_{org} a HL. Příznivá byla reakce půdy na aplikaci Agrisorbu a lignitu. K podobným závěrům přišli Havelcová a kol. (2009) a Salaš a kol. (2012), kteří dokumentují příznivý vliv lignitu a Agrisorbu na půdní vlastnosti.

Závěr

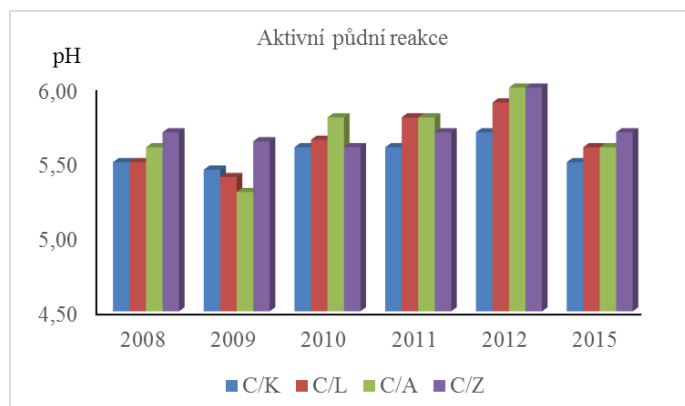
Statisticky průkazně se projevil vliv přípravku Agrisorbu, lignitu a zeolitu na výměnnou půdní reakci. Ostatní sledování vlastností nebyly statisticky průkazné. S ohledem na krátkou dobu působení PPLa na vesměs statisticky neprůkazný vliv na další půdní a dále na cenu (Agrisorb přibližně 160 000 Kč/ha, zeolit přibližně 470 000 Kč/ha a lignit přibližně 11 000 Kč/ha) je rentabilita prvních dvou přípravků na větších plochách poměrně sporná.

Dedikace

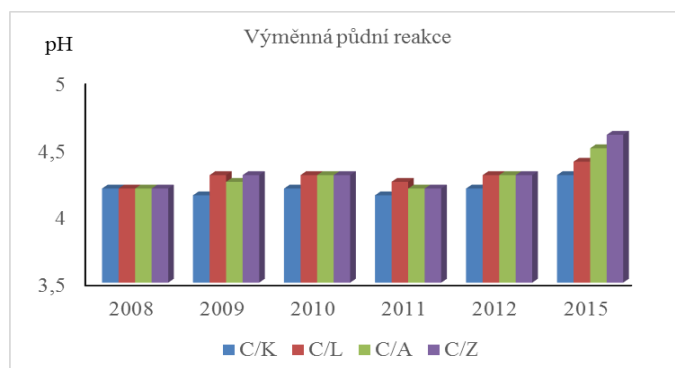
Práce vznikla s podporou projektu NAZV QJ 1210263 a MŠMT 2B08020.

Tab. 1: Základní půdní vlastnosti *regozemě arenické* (2008, Ratíškovice)

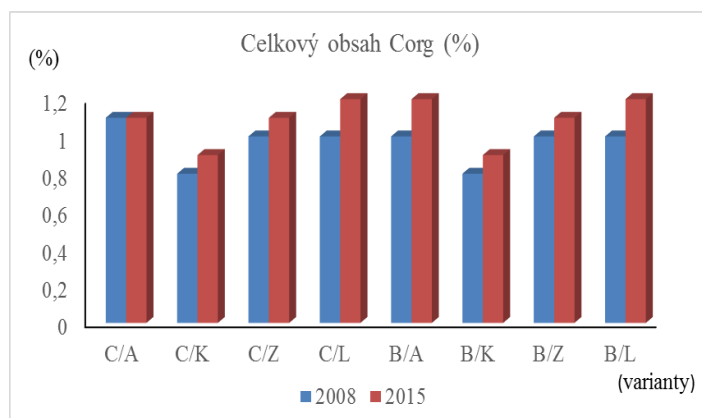
Půdní typ	KVK	Vodivost	Textura (%)		
	(cmol/kg)	(mS/cm)	písek	prach	jíl
RGr	10	0,03	52,86	5,44	4,36



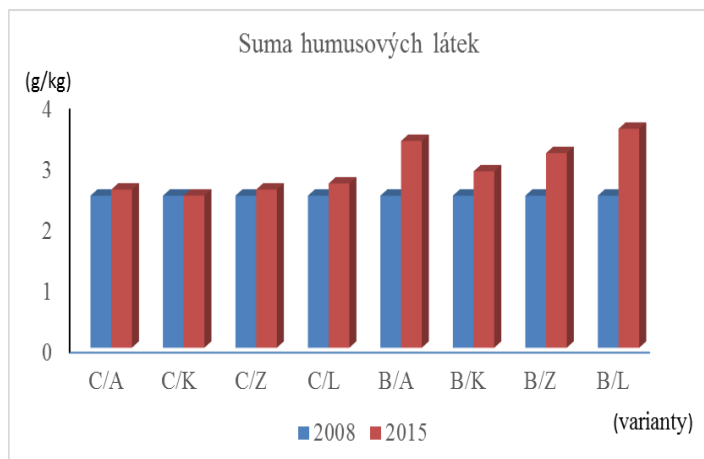
Obr. 1: Průměrné hodnoty aktivní půdní reakce (varianta C)*



Obr. 2: Průměrné hodnoty výměnné půdní reakce (varianta C)*



Obr. 3: Průměrné hodnoty celkového obsahu uhlíku (varianty B a C)*



Obr. 4: Průměrné hodnoty obsahu humusových látek (varianty B a C)*

*Vysvětlivky: C/ = plocha C (jetelotravní směs pro krajinný trávník, složená z dostupných suchovzdorných šlechtěných trav a jetelovin); B/ = plocha B (druhově bohatá směs trav, jetelovin a bylin); / A, K, Z, L = agrisorb, kontrola, zeolit, lignit

Použitá literatura

- HAVELCOVÁ, M., MIZERA, J., SÝKOROVÁ, I., PEKAŘ, M.: Sorption of metal ions on lignite and derived humic substances. J. Hazard Mater. 2009, vol. 161, No 1: 559-564.
- KONONOVÁ, M. M., BĚLČIKOVÁ, N. P.: Uskorennij metod opredelenija sostava gumusa mineralnych počv. In: Organičeskoje veščestvo počvy. Moskva, 1963: 228–234.
- NĚMEČEK, J., a kol.: Taxonomický systém půd České republiky. ČZU. Praha. 2011: 79s.
- SALAŠ, P. a kol.: Opatření vedoucí k zamezení biologické degradace půd a zvýšení biodiversity v suchých oblastech ČR. Certifikovaná metodika. Mendelova univerzita v Brně. Grafex Agency Brno, 2012: 104s.
- SOTÁKOVÁ, S.: Podoznalectvo. Příroda, Bratislava, 1988: 399 s.
- WALKLEY, A., BLACK, T. A.: An examination of Degtjarev method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Sci. 37, 1934: 29–38.
- ZBÍRAL, J., HONSA, I., MALÝ, S.: Jednotné pracovní postupy, ÚKZÚZ, 1. vyd. Brno, 1997: 150s.

Kontaktní adresa:

Doc. RNDr. L. Pospíšilová, CSc.
Mendelova univerzita v Brně, AF
Ústav agrochemie, půdoznalství, mikrobiologie a výživy rostlin
Zemědělská 1, 613 00 Brno, ČR
tel: +420545133059
lposp@mendelu.cz

VLIV POVĚTRNOSTNÍCH A AGROTECHNICKÝCH FAKTORŮ NA VÝNOSY SEMENE LESKNICE KANÁRSKÉ (*PHALARIS CANARIENSIS*)

Impact of weather conditions and agrotechnical factors on canary grass seed yields (*Phalaris canariensis*)

Procházka J., Pelikán J., Knotová D.

Zemědělský výzkum, spol. s r.o., Troubsko

Abstrakt

V letech 2012 – 2015 byl v exaktních maloparcelkových pokusech v řepařské výrobní oblasti sledován vliv průběhu povětrnostních faktorů, výsevního množství a dusíkatého hnojení na výnosy lesknice kanárské. Vyšší výsevek a dusíkaté hnojení pozitivně ovlivňovaly výnosy lesknice v sušších a průměrných podmínkách. Výnos je limitován dostatkem srážek v průběhu jarních měsíců.

Klíčová slova: Lesknice kanárská, výnosy semene, povětrnostní faktory, výsevní množství, dusíkaté hnojení

Abstract

The effect of seeding rate and nitrogen fertilization on the seed yields of canary grass was evaluated in the years 2012 – 2015 in exact field experiments in the sugar beet growing region. The impact of higher seeding rate and nitrogen fertilization were observed in drier and average weather conditions. Seed yields are limited by amount of precipitations during the spring months.

Key words: Canary grass, seed yields, weather conditions, seeding rate, nitrogen fertilizing

Úvod

Lesknice kanárská (*Phalaris canariensis*) je jednoletý druh z čeledi lipnicovitých, dorůstající výšky 0,8 -1,0 m. Vytváří vzpřímené a bohatě olistěné trsy. Z pěstitelského hlediska jde o velmi skromný druh, rostoucí dobře i v méně příznivých půdních a povětrnostních podmínkách.

V roce 2000 byla v ČR povolena první odrůda lesknice kanárské Judita. Tato odrůda nacházela uplatnění především v ekologickém způsobu hospodaření na půdě. Pro pícninářské využití bylo možno pěstovat lesknici v čisté kultuře nebo ve směsích s jednoletými jetelovinovými komponenty. Některé zahraniční odrůdy byly koncem 70. let využívány jako velmi dobrá krycí plodina pro víceleté jeteloviny, zejména vzhledem k vysoké odolnosti poléhání (Pelikán 2003).

V roce 2004 byl zaveden dotační titul „Pěstování meziplodin“ a došlo k větším požadavkům na množství certifikovaného osiva (průměrné výnosy mezi okolo 1- 2 t.^{1ha}), poněvadž lesknice kanárská byla využívána jako vymrzající meziplodina s dobrým protierozním účinkem, nebránící však kvalitní jarní přípravě půdy pro předplodiny, rovněž došlo k širšímu využití, zejména jako krmivo pro exotické ptactvo, případně k využití lesknice jako energetické plodiny nebo v papírenství (Raab, Pelikán, Macháč 2013, Pelikán 1998, Procházka, Procházková, Novosádová 2012, Vach, Haberle, Procházka, et al. 2009).

Cílem pokusů bylo ověření možností zvýšení výnosů lesknice kanárské v podmínkách konvenčního způsobu hospodaření na půdě s ohledem na rozšiřující se využití a pro získání dostatečného množství kvalitního a levného osiva nebo krmných produktů.

Materiál a metody

V letech 2012-2015 byly zakládány exaktní maloparcelkové polní pokusy s lesknicí kanárskou v areálu Výzkumného ústavu pícninářského v Troubsku. Lokalita se nachází v řepařské výrobní oblasti, nadmořská výška činí 270 m, průměrná roční teplota 9,0 °C,

průměrné roční srážky 526,5 mm. Půdním typem byla černozem degradovaná, půdním druhem hlinitojílovitá půda s hladinou spodní vody v hloubce 2 m. Jako pokusného materiálu bylo využito odrůdy lesknice kanárské Judita.

Varianty použité v pokusu s lesknicí kanárskou (*Phalaris canariensis*)

Výsevní množství v kg.ha ⁻¹	Hnojení N v kg.ha ⁻¹
15	0
30	50
45	100

U lesknice kanárské bylo hodnoceno 15 vegetačních pozorování a výnosotvorných faktorů včetně výnosu zrna.

Výsledky a diskuse

Průměrné měsíční teploty a sumy srážek v průběhu let 2012 – 2015 jsou uvedeny v tabulce 1. Rok 2012 se vyznačoval jako teplotně nadnormální a srážkově silně podnormální. Suchý průběh počasí se projevoval zejména v období od února do června tj. v obdobích rozhodujících o stavu porostu i tvorbě výnosu. To se projevilo rovněž v nejnižší úrovni výnosů lesknice za celé pokusné období. Rok 2013 byl teplotně i srážkově normální, sucho nebo vlhko se v průběhu vegetačního období neprojevilo, naopak výnosy zrna byly v tomto roce rekordní. Rok 2014 byl teplotně nadnormální a srážkově průměrný, sušší počasí v období tvorby výnosu se projevilo na snížení výnosů na průměr. Rok 2015 byl velmi suchý a teplý, podobně jako rok 2012, výnosy však byly průměrné, poněvadž sucho se projevilo v červnu a potom hlavně až letním období, méně rozhodujícím o tvorbě výnosu.

Tabulka 1: Průměrné měsíční teploty a sumy srážek v letech 2012 - 2015

Povětrnostní faktory	2012		2013		2014		2015	
	°C	mm	°C	mm	°C	mm	°C	mm
Leden	0,6	27,5	-1,3	21,3	1,0	23,5	1,6	21,5
Únor	-3,8	5,6	0,5	47,5	2,6	11,6	1,2	5,2
Březen	6,2	1,8	1,0	42,1	7,6	8,1	4,8	32,0
Duben	9,9	12,1	9,9	18,0	11,2	16,5	9,3	9,4
Květen	16,0	25,4	13,7	105,6	13,8	58,8	13,7	46,9
Červen	18,8	60,6	17,4	116,2	18,0	14,3	18,1	57,8
Červenec	20,4	60,0	20,8	4,8	20,8	89,7	21,7	29,1
Srpen	19,7	72,4	19,2	68,8	17,0	110,3	22,3	112,2
Září	14,9	32,1	12,9	48,4	15,0	105,0		
Říjen	10,1	35,1	9,5	33,3	10,6	32,8		
Listopad	5,9	20,1	5,2	21,5	7,1	25,7		
Prosinec	-1,8	29,9	1,7	4,1	2,3	28,2		
Průměr/Suma	10,0	382,6	9,2	531,6	10,6	524,5		

Velmi nepříznivý průběh povětrnostních faktorů v průběhu zimního období a na počátku roku 2012 se silně projevil i na stavu a zapojenosti porostů. Výnosy lesknice byly v průměru na velmi nízké úrovni.

Vliv výsevního množství se projevoval na výnosu lesknice kanárské pozitivně, i když vlivem značné variability statisticky neprůkazně. Potvrdily se tak závěry francouzského výzkumu o potřebě navýšení výsevku v suchých podmínkách (cca 60 % srážkového dlouhodobého průměru).

Vliv dusíkatého hnojení se projevoval vcelku pozitivně, pouze u řidších, zaplevelenějších porostů docházelo k mírnému poklesu výnosů vlivem silné konkurence plevelů při nižších dávkách dusíku.

Tabulka 2: Výnosy lesknice kanárské v roce 2012 v t.ha⁻¹

Výsevek v kg .ha ⁻¹	Hnojení N v kg.ha ⁻¹			Průměr
	0	50	100	
15	0,36	0,30	0,45	0,37
30	0,39	0,35	0,63	0,46
45	0,45	0,49	0,86	0,60
Průměr	0,40	0,38	0,65	0,48

Vegetační rok 2013 se vyznačoval příznivými podmínkami pro zakládání a vývoj porostů lesknice kanárské (povětrnostní podmínky okolo dlouhodobého průměru). To se rovněž projevilo na stavu porostů a jejich průměrném výnosu, který činil až pětinasobek předchozího roku. Vliv výše výsevku se projevoval opět pozitivně, podobně jako v předchozím roce. Dusíkaté hnojení se pozitivně projevilo až ve vyšší dávce.

Tabulka 3: Výnosy lesknice kanárské v roce 2013 v t.ha⁻¹

Výsevek v kg .ha ⁻¹	Hnojení N v kg.ha ⁻¹			Průměr
	0	50	100	
15	2,04	2,27	2,53	2,28
30	2,38	2,29	2,63	2,43
45	2,72	2,87	2,91	2,83
Průměr	2,38	2,48	2,69	2,52

Průběh počasí ve sklizňovém roce 2014 byl opět velmi vhodný v období zakládání porostů, od období května však velmi bohatý na srážky, což se projevovalo až do sklizně lesknice. Porosty byly více zaplevelené a polehlejší než v roce 2013, výnosy byly průměrné.

Nejmenší výnosy lesknice byly zjištěny při použití nejnižších výsevků, rozdíly mezi střední a vysokým výsevkem však nebyly prakticky žádné. Dusíkaté hnojení se pozitivně projevovalo na všech úrovních.

Tabulka 4: Výnosy lesknice kanárské v roce 2014 v t.ha⁻¹

Výsevek v kg .ha ⁻¹	Hnojení N v kg.ha ⁻¹			Průměr
	0	50	100	
15	0,68	1,54	1,78	1,33
30	1,60	1,78	2,20	1,86
45	1,62	1,74	2,15	1,84
Průměr	1,30	1,69	2,04	1,68

Průběh počasí v roce 2015 byl poměrně dobrý pro výnosy lesknice, na jejich výši se mírně projevilo sucho v jarním období, velmi suché a teplé letní období se už neprojevilo.

Tabulka 5: Výnosy lesknice kanárské v roce 2015 v t.ha⁻¹

Výsevek v kg .ha ⁻¹	Hnojení N v kg.ha ⁻¹			Průměr
	0	50	100	
15	1,10	1,28	1,38	1,25
30	1,37	1,78	1,89	1,68
45	1,62	1,78	2,23	1,89
Průměr	1,34	1,61	1,83	1,64

Závěr

Na základě dosavadních dosažených výsledků je možno konstatovat, že vliv stupňovaných výsevního množství a dusíkatého hnojení se projevoval hlavně v sušších a průměrně vlhkých podmínkách. Výši výnosu lesknice ovlivňoval hlavně výskyt sucha v časném jarním období (vzcházení a zapojení porostů) a dále v pozdním jarním období (tvorba zrna).

Dedikace

Výzkumné výsledky byly získány při řešení výzkumného projektu NAZV QJ1210008 „Inovace systémů pěstování obilnin v různých agroekologických podmínkách České republiky“

Použitá literatura

- Pelikán, J.: Co je a jak se pěstuje lesknice kanárská. Úroda, 2003, č. 2, s. 63
 Pelikán, J.: Lesknice kanárská – jednoletá pícní tráva. Farmář, 1998. č. 5, s. 16
 Procházka, J. – Procházková, B. – Novosádová, I.: Vliv meziplodin na výnosy kukuřice. Úroda, 2012, č. 11, vědecká příloha
 Raab, S. – Pelikán, J. – Macháč, R.: Výroba osiva lesknice kanárské v ekologickém zemědělství. Osivo a sadba, 2013, 250 - 253
 Vach, M. – Haberle, J. – Procházka, J. – et al.: Pěstování strniskových meziplodin. Metodika pro praxi, VÚRV Praha, 2009, 32 s.

Kontaktní adresa:

Ing. Jaromír Procházka, CSc.
 Zemědělský výzkum, spol. s r.o.
 Zahradní 1, 664 41 Troubsko
jaromp@seznam.cz

VLIV RŮZNÉHO ZPRACOVÁNÍ PŮDY NA VÝNOSY A EKONOMIKU PĚSTOVÁNÍ JARNÍHO JEČMENE

Impact of different soil tillage on yields and economy growing of spring barley

Procházková B.¹, Pernicová A.¹, Kinclová V.¹, Hledík P.²

¹Mendelova univerzita v Brně

²Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i. Praha

Abstrakt

Vliv různého zpracování půdy na výnosy a ekonomiku pěstování jarního ječmene byl sledován v dlouhodobém polním pokusu vedeném v letech 1990-2014 na hlinité černoze v řepařské výrobní oblasti. Jarní ječmen byl pěstován ve třech osevních postupech. Předplodinou byla vždy cukrovka pěstovaná po kukuřici na siláž, ozimé pšenici a jarním ječmeni. Hodnoceny byly čtyři varianty zpracování půdy: orba na 0,22 m; orba na 0,15 m; přímé setí do nezpracované půdy; zpracování půdy kypřením na hloubku 0,10 m. Ve všech třech osevních sledech byl dosažen nejvyšší průměrný výnos na variantě s orbou na 0,15 m a nejnižší na variantě s orbou na 0,22 m. Pro ekonomické hodnocení různého zpracování půdy byly stanoveny variabilní náklady, tržby a příspěvek na úhradu. Ve všech třech osevních sledech byly zaznamenány nejnižší hodnoty příspěvku na úhradu na variantě s orbou na 0,22 m a vyšší hodnoty na minimalizačních variantách s mělkým kypřením půdy a přímým setím.

Klíčová slova: jarní ječmen, zpracování půdy, výnosy zrna, ekonomika pěstování

Abstract

The effect of different soil tillage on yields and economy of spring barley growing was investigated in long-term field experiment conducted in the years 1990-2014 on chernozem loamy soil in sugar-beet producing region. Spring barley was grown in three crop rotations. The forecrop of the spring barley was sugar beet after maize for silage, winter wheat and spring barley. Evaluated were four variants of tillage: ploughing to 0,22 m, ploughing to 0,15 m, direct sowing into non-tilled soil and loosening soil to 0,10 m. In case of all three crop rotations, the highest average yield was obtained in variant with ploughing to 0,15 m and the lowest in variant with plowing to 0,22 m. For the economic evaluation of different soil tillage were determined variable costs, revenues and standard gross margin. In all three crop rotations the lowest values of standard gross margin were detected in case of variant with ploughing to 0,22 m. Higher values were on minimizing variations with shallow soil loosening and direct sowing.

Keywords: spring barley, soil tillage, grain yield, economy of growing

Úvod

Pro jarní ječmen je v současné době široký výběr technologických postupů zpracování půdy a zakládání porostů. Volbu pracovních postupů je třeba přizpůsobit stanovištním podmínkám, zařazení ječmene do osevního postupu včetně managementu posklizňových zbytků předplodiny, stavu půdy po sklizni předplodiny, vybavení podniku technikou i dalším faktorům. Je možné využít jak tradiční technologie zpracování půdy s orbou, tak minimalizační technologie s kypřením půdy, při příznivé situaci i přímé setí do nezpracované nebo povrchově zpracované půdy i do vymrzajících meziplodin. Orba je využitelná prakticky ve všech stanovištních podmínkách i po všech předplodinách. Vhodná je zejména tam, kde je potřeba zapravit větší množství posklizňových zbytků do půdy. K jarnímu ječmeni zpravidla postačuje mělká orba do hloubky 0,15-0,18 m. Možnosti uplatnění minimalizačních technologií zpracování půdy a zakládání porostů závisí především na stanovištních podmínkách. Jak ukazují výsledky četných výzkumů i zkušenosti zemědělské praxe, dobré výsledky jsou dosahovány především na středně těžkých strukturních půdách s vyšší

přirozenou úrodností v podmínkách kukuřičné a řepařské výrobní oblasti (Klem et al., 2006, Zimolka a kol., 2006; Hůla, Procházková a kol., 2008; Morell et al. 2011, Procházková a kol., 2011 a další).

Materiál a metody

Sledování probíhalo v dlouhodobém stacionárním polním pokusu vedeném v letech 1990–2014 v řepařské výrobní oblasti.

Pokusné stanoviště se nachází v Ivanovicích na Hané, v nadmořské výšce 225 m, průměrná roční teplota je 9,3° C, průměrný roční úhrn srážek 553 mm (průměr let 1990-2014). Půdní podmínky: hlinitá černozemní půda, neutrální půdní reakce, obsah fosforu, draslíku a hořčíku je dobrý.

Vedení pokusu

Jarní ječmen byl pěstován v rámci třech osevních postupů vždy po cukrovce, která následovala po kukuřici na siláž, ozimé pšenici a jarním ječmeni.

Variety zpracování půdy: I – orba na 0,22 m; II – orba na 0,15 m; III – setí do nezpracované půdy; IV – zpracování půdy kypřením na 0,10 m.

Dávky živin v minerálních hnojivech byly pro všechny varianty zpracování půdy jednotné: 40 N, 30 P, 60 K kg č.ž. ha⁻¹.

Pěstované odrůdy:

1990-1996 Rubín; 1997 Akcent; 1998-2007 Kompakt; 2008-2012 Jersey; 2013-2014 Bojos.

Pokus byl založen metodou dělených dílců ve čtyřech opakování, velikost pokusné parcely - 300 m²; velikost sklizňové parcely - 22 m².

Ekonomické hodnocení

Pro ekonomické hodnocení způsobů zpracování půdy byly použity tři základní ukazatele – tržby, variabilní náklady a příspěvek na úhradu. Variabilní náklady sestávají z nákladů na osiva, minerální hnojiva, pesticidy a mechanizační práce. Ceny vstupů (osiv, hnojiv, pesticidů a mechanizačních prací) a produktu (zrna jarního ječmene) byly stanoveny dle Normativů pro zemědělskou a potravinářskou výrobu. Příspěvek na úhradu byl vypočten jako rozdíl tržeb a variabilních nákladů.

Statistické hodnocení výsledků - vícefaktorová analýza variance s následným testováním významnosti rozdílů mezi jednotlivými variantami s použitím metody intervalů spolehlivosti (konfidenčních intervalů).

Výsledky a diskuze

Výsledky sledování vlivu různého zpracování půdy na výnosy a ekonomiku pěstování jarního ječmene zařazeného ve třech osevních sledech jsou uvedeny v tab. 1 a 2 a na obr. 1.

Vliv osevního sledu na výnosy jarního ječmene byl statisticky průkazný. U všech čtyřech variant zpracování půdy byl dosažen nejvyšší průměrný výnos v osevním sledu jarní ječmen - cukrovka – jarní ječmen a nejnižší výnos v osevním sledu kukuřice na siláž – cukrovka – jarní ječmen, kde jarní ječmen následoval po dvou plodinách náročných na vodu.

Vliv zpracování půdy na výnosy jarního ječmene byl průkazný jen v osevním sledu kukuřice – cukrovka – jarní ječmen. Průkazný rozdíl byl zde zaznamenán mezi variantou I a II (orbou na 0,22 m a orbou na 0,15 m).

Ve všech třech osevních sledech byl dosažen nejvyšší průměrný výnos jarního ječmene na variantě II s orbou na 0,15 m a nejnižší na variantě I s orbou na 0,22 m. Minimalizační

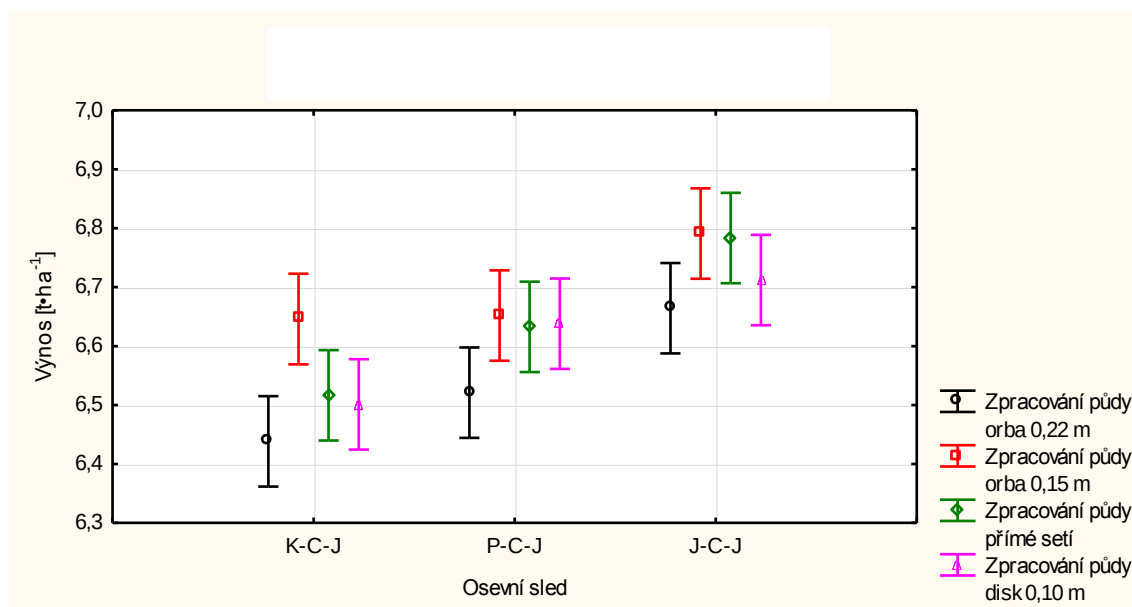
technologie zpracování půdy (varianta III s přímým setím do nezpracované půdy a varianta IV s kypřením půdy talířovým náradím do 0,10 m) zaujímaly střední postavení.

Při hodnocení vlivu různého zpracování půdy na ekonomiku pěstování jarního ječmene vykazovaly ve všech osevních sledech varianty s minimalizačními technologiemi (varianta III a IV) ve srovnání s variantami s orbou (varianta I a II) vyšší hodnoty příspěvku na úhradu. Nejnížší hodnota příspěvku na úhradu byla vždy na variantě I (nejhlubší zpracování půdy orbou na 0,22 m) s nejnižšími tržbami a nejvyššími variabilními náklady.

U všech variant zpracování půdy byly zaznamenány nejnižší hodnoty příspěvku na úhradu u jarního ječmene zařazeného v osevním sledu kukuřice na siláž – cukrovka – jarní ječmen a nejvyšší u jarního ječmene v osevním sledu jarní ječmen – cukrovka – jarní ječmen.

Tab. 1 Výnosy jarního ječmene ($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$) - průměr let 1990-2014

Varianty zpracování půdy	Osevní sled			Průměr
	K – C – J	P – C – J	J – C – J	
I	6,44	6,52	6,66	6,54
II	6,60	6,65	6,79	6,68
III	6,52	6,63	6,78	6,64
IV	6,50	6,64	6,71	6,62
Průměr	6,52	6,61	6,74	6,62



Obr. 1 Statistické vyhodnocení vlivu osevního sledu a způsobů zpracování půdy na výnosy jarního ječmene

Tab. 2 Ekonomické hodnocení různých způsobů zpracování půdy k jarnímu ječmeni zařazeného ve třech osevních sledech

Varianta zpracování půdy	Osevní sled								
	K – C – J			P – C – J			J – C – J		
	Tržby	VN	PNÚ	Tržby	VN	PNÚ	Tržby	VN	PNÚ
I	35948	13813	22135	36395	13813	22582	37176	13813	23363
II	36841	13708	23133	37120	13708	23412	37901	13708	24193
III	36395	13072	23323	37009	13072	23937	37845	13072	24773
IV	36283	13108	23175	37064	13108	23956	37455	13108	24347
Průměr	36367	13425	22942	36897	13425	23472	37594	13425	24169

Tržby, VN (variabilní náklady) a PNÚ (příspěvek na úhradu) v Kč

Závěr

Výsledky dlouhodobého sledování vlivu různých způsobů zpracování půdy na výnosy a ekonomiku pěstování jarního ječmene ukazují, že na hlinité černozemní půdě v řepařské výrobní oblasti lze při pěstování jarního ječmene po cukrovce s výhodou využít energeticky a pracovně méně náročné technologické postupy s nižší intenzitou zpracování půdy.

Dedikace

Příspěvek vznikl v rámci řešení a za finanční podpory projektu NAZV QJ1210008 „Inovace systémů pěstování obilnin v různých agroekologických podmínkách ČR“.

Použitá literatura

- Hůla J., Procházková B. a kol. 2008. Minimalizace zpracování půdy. Praha, Profi Press, s.r.o., 248 s. ISBN 978-80-86726-28-1
- Klem K., Babušník J., Spáčilová V. 2006. Pěstitelské technologie sladovnického ječmene. Úroda, 54:10-15.
- Morell F.J., Lampurlanés J., Álvaro-Fuentes J., Cantero-Martínez C. 2011. Yield and water use efficiency of barley in a semiarid Mediterranean agroecosystem: Long-term effects of tillage and N fertilization, Soil & Tillage Research 117, 76–84.
- Procházková B. a kol. 2011. Minimalizační technologie zpracování půdy a možnosti jejich využití při ochraně půdy a krajiny. Brno, Mendelova univerzita v Brně, 39 s. ISBN 978-80-7375-524-9
- Zimolka J. a kol. 2006. Ječmen – formy a užitkové směry v České republice. Praha, Profi Press, s.r.o., 200 s. ISBN 80-7157-451-1

Kontaktní adresa:

Ing. Blanka Procházková, CSc.
Mendelova univerzita v Brně
Zemědělská 1, 61300 Brno
e-mail: proch@mendelu.cz

VÝZNAM KŘÍDLATKY (*REYNOUTRIA* SP.) V ZEMĚDĚLSKÉ KRAJINĚ

Importance of knotweed (*Reynoutria* sp.) in agricultural landscape

Smýkalová I., Ondráčková E., Větrovcová M.

AGRITEC Research, Plant Breeding Ltd., Šumperk

Abstrakt

Křídlatka (*Reynoutria* sp.) je invazivní rostlinný druh, který může hrát významnou roli v zemědělské krajině. Výsledky studie potvrzují specifika českého křížence *Reynoutria* x *bohemica* a významnost stanoviště pro vytváření specifických klonů. Perspektiva této rostliny je v současnosti opomíjena, vzhledem k nevyřešenému způsobu boji s invazivitou u tohoto plevelu.

Klíčová slova: bioaktivní látky, invazivní druh, *Polygonum*, využití

Abstract

Knotweed (*Reynoutria* sp.) is an invasive plant species, which can play important role in the agricultural landscape. The results of the study confirm the specific characteristics of the Czech hybrid *Reynoutria* x *bohemica* and significance of locality for the creation of specific clones. The perspective of this plant is now neglected, given the unresolved method of pest management of the invasive weed.

Keywords: bioactive molecules, invasive species, *Polygonum*, utilization

Úvod

Křídlatka (*Reynoutria* sp., syn. *Fallopia* sp., *Polygonum* sp.) z početné čeledi *Polygonaceae* juss. (rdesnovité) je v současné době jeden z nejvíce rozšířených invazivních rostlinných druhů v ČR (Mandák a kol. 2004, <http://www.cabi.org/isc/datasheet/23875>). Rozšiřuje se zejména v místech rumišť nebo podél řek. Je to nepřehlédnutelná „okrasná“ introdukovaná rostlina ze Sachalinského poloostrova (*R. sachalinensis*, větší listy) nebo z Japonska (*R. japonica*, menší listy, invazivnější druh, <http://botany.cz/cs/reynoutria-japonica>). Je to robustní rostlina (2-3m, bambusový typ stonku s plnými kolénky), velmi vitální a vytrvalá. Jedná se o dvoudomý rostlinný druh, který tvoří semena (trojboké nažky), ale u českého křížence *Reynoutria* x *bohemica* (*Fallopia* x *bohemica*, Chrtek & Chrtková) je tvorba semen a jejich funkčnost omezena (<http://botany.cz/cs/reynoutria-bohemica>). Naopak je rozšířené vegetativní rozmnožování oddenky, rozloženými až do hloubky 2m pod zemí. Existují klony s různým stupněm ploidie, vykazující syntézu specifických bioaktivních látek (Vrchotová a kol. 2007). Význam látek s estrogení povahou z křídlatky japonské spočívá především ve farmaceuticky využitelných produktech vykazující antioxidační aktivitu podobnou resveratrolu (Zhang a kol. 2005). Vzhledem k nedávnému rozšíření v ČR (80. léta) a charakteru českého křížence křídlatky, tento invazivní plevelný druh nemá v ČR významné škůdce a choroby, nalezené pro druh *Reynoutria japonica* v jiných částech světa, kde došlo k invazi tohoto druhu již koncem 19. století (Shaw a kol. 2011). Za škůdce křídlatky jsou považovány druh mšice *Aphalara itadori* a dále houbový patogen *Mycosphaerella polygoni-cuspidati*, které jsou považovány za potenciální zdroj biologické ochrany (<https://www.abinvasives.ca/factsheets/150729-fs-japaneseknotweed-7.pdf>). Invazivnost druhu je založena na široké tolerantnosti k růstovým a klimatickým podmínkám. Boj proti rozšiřování v krajině je založena na mechanickém nebo herbicidním přístupu, nejlépe v kombinaci (Barták a kol. 2010) a účelná je výsadba dřevin (Barták a kol. 2010). Užitková hodnota křídlatky je dána využitím biomasy dřevitých stonků, listů i kořenů (<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/nezapominejme-na-kridlatku>) jako biopalivo s výnosem 15-30 tun sušiny na hektar. Křídlatka je schopna extrakce těžkých kovů z půdy, její význam spočívá ve fytořemediaci (<http://stary.biom.cz/sborniky/sb95vana/vana2.html>). Význam pro zemědělskou praxi spočívá i ve výrobě a praktické aplikaci biofungicidních přípravků

vyrobených z rostlinných extraktů (MILSANA flüssig, BIOFA), extrakt z listů *Reynoutria sachalinesis* k prevenci výskytu padlí u rajčat a okurek.

V současnosti chybí alelopatická studie u tohoto druhu, která by prokázala základní mechanismus invazivity a vysokého stupně odolnosti vůči patogenům. Předložená studie se zabývá významem populací křídlatky v zemědělské krajině. Je zkoumána šířitelnost druhu, schopnost kumulace těžkých kovů, fungicidní vlastnosti a možnost biotechnologických aplikací u vybraných klonů křídlatky.

Materiál a Metodika

Odběry vzorků

Pro odběr vzorků rostlin nadzemní biomasy křídlatky *Reynoutria x bohemica* rostoucí volně v přírodě byly zvoleny tři lokality v Maršíkově na Šumpersku: lokalita č. 1 bývalá skládka, rumištní břeh na kraji obhospodařovaného pole, lokalita č. 2 břeh řeky Desné a lokalita č. 3 břeh Maršíkovského potoka. Pro biotesty byly listy z lokality č. 1 zamrazeny (0-80°C) a lyofilizovány.

In vitro mikropropagace

Odběr pupenů, tj. listových primordií meristémů z úžlabí listů. Povrchová sterilizace 70% etanolem a oplach destilovanou vodou (práce ve flowboxu ve sterilních podmínkách). Pro indukci kultury mnohonásobných prýtu bylo použito medium č. 1. Pro indukci kalusu z hypokotylových explantátů *in vitro* bylo použito medium č. 2. (formulace medií jsou dosud nepublikované). Pro *in vitro* kultury byl použit rostlinný materiál, odběr z lokality č. 1.

Analýza těžkých kovů

Vzorky listů byly homogenizovány a analyzovány na obsah vybraných prvků. Celkové obsahy prvků (Tabulka 1) byly stanoveny v mineralizátech získaných předchozím rozkladem (Milestone, ETHOS D). Po převedení vzorku definovaného objemu byl rozložený vzorek analyzován na atomovém absorpčním spektrofotometru (SOLAAR M, Unicam Ltd., Cambridge, U.K.) metodou elektrotermické atomové absorpční spektrometrie (ETA-AAS).

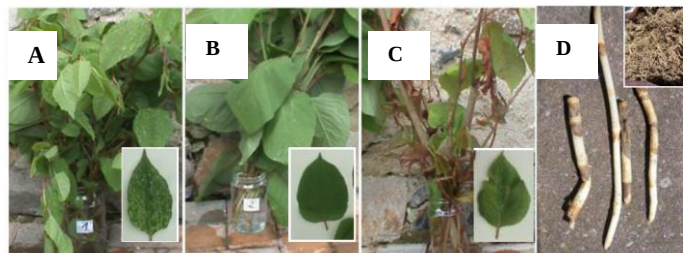
Příprava hrubých extraktů – biotesty

Hrubý extrakt listů křídlatky, odebrané z lokality č. 1, byl použit k biotestům. Macerát z rozdrcené biomasy (250mg ve 3ml 5%, 70% metanolu nebo 100% acetonu) byl slit do centrifugačních zkumavek a po 20 minutách odstředěn (5min, 3500 rpm). Čistý supernatant byl slit do čistých zkumavek a uchován při -20°C do doby jeho aplikace v biotestech. Biotest byl proveden s izolátem fytopatogenní houby *Rhizoctonia solani* a 20μl hrubého extraktu. Hodnocení se provádělo pomocí digitální obrazové analýzy a softwaru NIS-ELEMENTS verze 3.2. (LIM, Praha).

Výsledky a diskuze

V roce 2012 (červen) bylo provedeno na Šumpersku plošné chemické ošetření porostů křídlatky. Jednalo se i o lokalitu Maršíkov, kde se vlivem povodní v roce 2007 významně rozšířila oblast výskytu tohoto invazivního plevele. V důsledku tohoto chemického ošetření (aplikace herbicidu Roundup) došlo k částečnému poškození nadzemní hmoty porostů českých hybridních klonů křídlatky, tj. *Reynoutria x bohemica*. Na obrázku č. 1A-C jsou patrné rozdíly ve stupni poškození a rozdíly ve tvarové morfologii listů. Jedná se o morfotypy (klony), dané pravděpodobně růstovými podmínkami a typem hybridizace, bližší invazivnějšímu druhu křídlatky *Reynoutria japonica*. Pozorováním v letech 2012-2014 lze konstatovat významné rozšíření porostů na sledovaných lokalitách. Jako hlavní rozmnožovací způsob je vegetativní množení oddenky s mnohočetnými rhizomy, vzhledem k velmi pozdnímu kvetení (září, říjen) a neschopnosti semen plně vyzrát. V jarních měsících (duben-květen) dochází k prorůstání nových výhonů ze země ("špargl"), obrázek č. 1D.

Obrázek 1. Aplikace chemické ochrany sledované na třech lokalitách v Maršíkově, Šumpersko (A-C). Oddénky křídlatky *Reynoutria x bohemica* s bohatou produkcí postranních rizomů (D). (Foto autorka).



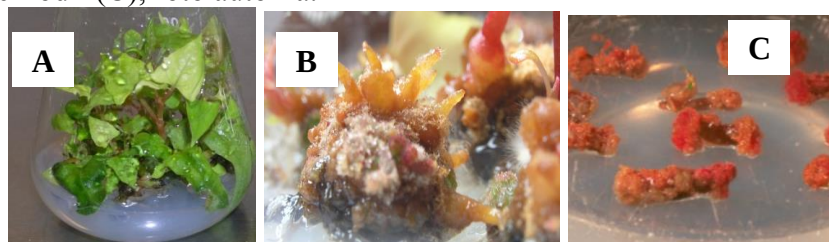
Lokalita č. 1 byla nejvíce sledována i vzhledem k umístění na rumišti a na kraji intenzivně obhospodařovaného pole, kde plnila funkci ochranou (větrná eroze) a jako zdroj opylovačů. Vzhledem k růstu rostlin na bývalé skládce, byla provedena analýza vybraných prvků, a mezi nimi i těžkých kovů (Pb, Cd) a biogenních těžkých kovů (Zn, Cu). Z výsledků vyplývá zvýšený obsah Cd (tabulka 1). Je známo, že křídlatka roste na živinami bohatších lokalitách, kde je vzhledem k produkci nadzemní biomasy, schopnosti kumulovat živiny a toxické kovy a hluboko ležící kořenové soustavě velmi konkurenceschopná. Dle EuroBioNet-2004 existují pro 22 rizikových prvků bioindikátory (<https://sites.google.com/a/eto.vurv.cz/monitoring-imisi/monitoring-imisi>). Lokalita č. 1 není řadu let využívána jako skládka. Přesto je zřejmé, že zde dochází ke kumulaci některých rizikových prvků. Na této lokalitě se tedy projevil bioindikátorový potenciál tohoto klonu křídlatky.

Tabulka 1. Chemická analýza lyofilizovaných listů křídlatky rostoucí na lokalitě č. 1.

Prvek (mg/kg)	Zn	Cu	Fe	Cd	Pb	Co	Mo	Se
Vzorek ze skládky	31,56	9,38	81,95	0,157	0,280	0,695	1,80	0,215
vyhlášky č. 13/94 Sb. k zákonu č. 334/92 Sb	250	15	?	0,5	40	10	2,5	0,5

Biotechnologický potenciál křídlatky, naznačuje perspektivní aplikace pro využití v zemědělství, zejména pro přípravu klonů a případně i šlechtitelského materiálu, nebo jako zdroj genů pro genetické manipulace. Klony lze udržovat a dále rozmnožovat pomocí *in vitro* technik na bázi kultury mnohočetných prýtů, vyvinutých na bázi formulace složení media č. 1 (doposud nepublikováno). Na obrázku č. 2A-C jsou ukázky kultury mnohonásobných prýtů z listových primordií, dále tvorba kalusové kultury z internodií prýtů. Právě kalusová kultura se jeví jako velmi vhodným *in vitro* systémem pro získání klonů tolerantních například k těžkým kovům se zvýšenou produkcí fytochelatinů (Imahara a kol. 1992). Rovněž *in vitro* kořenová kultura je perspektivní k bioprodukcí látek obsažených v kořenech rostlin vykazující stimulační nebo inhibiční aktivitu jak to bylo posáno u jiného druhu křídlatky *Polygonum multiflorum*, která je v čínské medicíně velmi ceněna (Huang a kol. 2013). *In vitro* kořenovou kulturu lze snadno odvodit z kořenů zakořeněných *in vitro* rostlin z mikroklonů odvozených z primordií odebraných na lokalitě č. 1.

Obrázek 2. *In vitro* mikroklonování, kalusová kultura. *Reynoutria x bohemica*, *in vitro* kultura mnohonásobných prýtů (A), kalusová kultura odvozena z nodu s axilárním pupenem (B) nebo z internodií (C), foto autorka.



Další možnost jak otestovat vlastnosti klonů, je aplikace různých biotestů. Výhodou biotestů je sledování přímé interakce vybraných faktorů. V našem případě jsme prokazovali fungicidní potenciál extraktu z listů formou diskových biotestů s izolátem fytopatogenní houby *Rhizoctonia solani*. Výsledky neprokázaly inhibiční vliv různě připravených extraktů z listů *Reynoutria x bohemica*, klon Maršíkov na růst kolonie fytopatogenní houby *Rhizoctonia solani* (kořenový houbový patogen). Biofungicidní potenciál byl pouze popsán u původního druhu křídlatky *Reynoutria sachalinensis* a využit pro přípravu biofungicidu MILSANA. Důvodem může být buď neúčinnost vůči vybranému houbovému patogenu, genotypová závislost nebo odlišná příprava extraktu.

Závěr

Pokud se neprokáže biofungicidní potenciál u tohoto klonu, může se studovat rovněž význam sekundárních metabolitů, vzhledem k jejich možnému účinku ve vztahu k dominantnímu postavení klonu v rostlinném společenstvu, kde dochází k úplnému potlačení ostatní vegetace. Alelopatické působení funguje jak v bezprostředním okolí klonu, tak i ve větších vzdálenostech. Význam má rovněž studium genů rezistence vůči možným patogenům jako jsou mšice nebo fytopatogenní houby.

Dedikace

Tato studie byla finančně podpořena grantem MŠMT COST Action 1206, č. LD14101.

Použitá literatura

- Barták R., Kalousová Konupková Š., Krupová B.: Methods of elimination of invasive knotweed species (*Reynoutria* spp.). Moravian-Silesian region in cooperation with ČSOP Salamandr and financial support from the European Union, PROprint, Český Těšín, Czech Republic, 2010.
- Huang H.P., Gao S.L., Wang J., Huang L.Q., Huang P.: Studies on adventitious root induction in vitro and suspension culture of *Polygonum multiflorum*. *Zhongguo Zhong Yao Za Zhi*, 38:3857-60, 2013.
- Imahara H., Hatayama T., Kuroda S., Horie Y., Inoue E., Wakatsuki T., Kitamura T., Fujimoto S., Ohara A., Hashimoto K.: Production of phytochelatin in *Polygonum cuspidatum* on exposure to copper but not to zinc. *J. Pharmacobio.-Dyn.* 15:667-671, 1992.
- Mandák B., Pyšek P., Bímová K.: History of the invasion and distribution of *reynoutria* taxa in the Czech Republic: a hybrid spreading faster than its parents. *Preslia*, Praha 76:15-64, 2004.
- Shaw R.H., Tanner R., Djeddour D., Cortat G.: Classical biological control of *Fallopia japonica* in the United Kingdom – lessons for Europe. *Weed research* 51:552-558, 2011.
- Vrchotová N., Šerá B., Tříška J.: The stilbene and catechin content of the spring sprouts of *Reynoutria* species. *Acta Chromatographica* 19: 21-28, 2007.
- Zhang X., Thuong Thien P., Jin W.-Y., Su Duy N., Sok Eun D., Bae Ki-H., Kang Sik S.: Antioxidant activity of anthraquinones and flavonoids from flower of *Reynoutria sachalinensis*. *Arch. Pharm. Res.* 1:22-27, 2005.

Kontaktní adresa:

Ing. Iva Smýkalová, Ph.D.
 AGRITEC Research, Plant Breeding Ltd.
 Zemědělská 16, 787 01 Šumperk, Czech Republic
smyskalova@agritec.cz, +420 583382120

UNIVERZÁLNÍ METODA PRO IDENTIFIKACI RIZIKA VÝSKYTU VĚTRNÉ EROZE NA TĚŽKÝCH PŮDÁCH

Universal meteorological method to identify potential risk of wind erosion on heavy-textured soils

Středová H.¹, Procházková P.¹, Spáčilová B.¹, Podhrázská J.², Chuchma F.³

¹ Mendelova univerzita v Brně

² Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy

³ Český hydrometeorologický ústav

Abstrakt

Ve střední Evropě jsou klimatické podmínky v zimním období v nižších nadmořských výškách, kde často absentuje sněhová pokrývka, v kombinaci s jarním suchem příčinou eroze na těžkých půdách. Cílem tohoto článku je stanovit univerzální metodu k identifikaci potenciálního nebezpečí výskytu větrné eroze na těžkých půdách. Kategorizace potenciálního ohrožení území větrnou erozí na těžkých půdách v důsledku meteorologických podmínek je založena na (i) vyhodnocení počtu cyklů mrznutí a tání v chladném období v roce a (ii) vyhodnocení počtu dní s mokřím povrchem půdy v chladném období roku. Data byla prostorově interpolována prostřednictvím GIS nástrojů pro místa v České republice s výskytem těžkých půd. Spojením kritických tříd jsou stanovena místa s potenciálním ohrožením. Stupně ohrožení jsou rozděleny do šesti kategorií.

Klíčová slova: cyklus zmrazení a roztávání, půdní vlhkost, agregátová stabilita, jílovitá půda, meteorologické podmínky

Abstract

Climate in the Central Europe, mainly winter seasons with no snow cover in lower altitude and spring drought as well, might cause erosion events on heavy-textured soils. The aim of paper is to define universal method to identify potential risk of wind erosion on heavy-textured soils. Categorization of potential wind erosion risk on heavy-textured soils due to meteorological conditions is based on (i) evaluation of number of freeze-thaw episodes forming bare soil surface during cold period of year and (ii) evaluation of number of days with wet soil surface during cold period of year. Data are spatially interpolated by GIS tools for areas in the Czech Republic with heavy-textured soils. Blending of the critical categories is used to locate potential risks. Level of risk is divided into six categories.

Key words: freeze-thaw cycle, soil moisture, aggregate stability, clay soil, meteorological conditions

Úvod

Erodatelnost půdy větrem závisí především na struktuře půdy nebo na relativním poměru písku, prachu a jílu (Chepil, 1952), velikosti a stabilitě půdních agregátů (Skidmore and Powers, 1982; Colazo and Buschiazzi, 2010; Amezketa a kol., 2003) a tvorbě krust. Klíčovým faktorem pro rozpad agregátů je přítomnost vody. Stabilita a odolnost proti vodě je dána obsahem soudržných částic (organickým materiálem, dvojmocnými kationty), pH, posklizňovými zbytky a mechanickými pestitelské zásahy. Tyto procesy (účinky vody, sucho, mráz, CaCO₃ a vliv organického materiálu na stabilitu agregátů atd.) byly studovány a jejich principy popsány ve vědecké literatuře v období 30. - 50. let (Yoder, 1936; Chepil, 1951, 1952, 1953, 1954, 1958). Bullock a kol. (2001) zjistili u těžkých jílovitých půd zvyšující se množství erodovatelných částic po zimě a jarním období až o 25 %. Největší změna erodovatelnosti nastala během období se sněhovou pokrývkou, když se při občasném tání sněhu zvyšoval obsah vody a to umožnilo účinnější rozpad agregátů v cyklu mrznutí a tání. Je tedy zřejmé, že průběh meteorologických charakteristik v zimním období je faktorem, který přispívá k větrné erozi na těžkých půdách. Těžké půdy jsou obecně považovány za nezranitelné větrnou erozí (Chepil, 1953). Nicméně určité klimatické podmínky a nesprávná opatření proti větrné erozi mohou jejich náchylnost k této formě eroze zvyšovat. Závěry

z experimentu Dagesse (2013) ukazují, že proces vysoušení mrazem zlepšuje agregátovou stabilitu, zatímco tání způsobuje její zhoršení. Hlavní úkoly článku jsou následující: (i) vytvořit příslušné metody pro stanovení potenciálního rizika větrné eroze na těžkých půdách, založené na běžně dostupných meteorologických údajích, (ii) kategorizovat území České republiky v souladu s potenciálním rizikem větrné eroze na těžkých půdách pomocí nástrojů GIS, (iii) porovnat získané výsledky s historickými pozorováními reálných projevů větrné eroze na těžkých půdách.

Materiál a metody

Specifikace ohrožených oblastí a kategorizace jejich potenciálního erozního ohrožení na jílovitých půdách a jílovité hlíně (dalších těžkých půdách) je založeno na pozorování „stavu půdy“ (holý půdní povrch - Tab. 1) v kombinaci s teplotními podmínkami. Stav půdy je pozorován na stanicích Českého hydrometeorologického ústavu. Pod pojmem stav půdy se rozumí konzistenční vlastnosti povrchové půdní vrstvy, to znamená stav a vlhkost holého povrchu půdy. Největší výhodou jsou dostupné každodenní informace o stavu půdy (pozorování v 7, 14 a 21 hodin) na pozemcích meteorologických stanic a jejich okolí.

Tab. 1 Klasifikace stavu půdy

Kód	Charakteristika
0	Povrch půdy suchý
1	Povrch půdy vlhký
2	Povrch půdy mokrá (rozmočený-voda stojí v menších nebo větších kalužích)
3	Povrch půdy holý a zmrzlý
4	Půda pokryta náledím nebo ledovkou, avšak bez sněhu nebo tajícího sněhu
5	Sněh nebo tající sněh (s ledem nebo bez ledu) pokrývá půdu méně než z poloviny
6	Sněh nebo tající sněh (s ledem nebo bez ledu) pokrývá půdu více než z poloviny, nikoliv však úplně
7	Sněh nebo tající sněh (s ledem nebo bez ledu) pokrývá půdu úplně
8	Suchý sypký sněh pokrývá půdu více než z poloviny, nikoliv však úplně
9	Suchý sypký sněh úplně pokrývá půdu

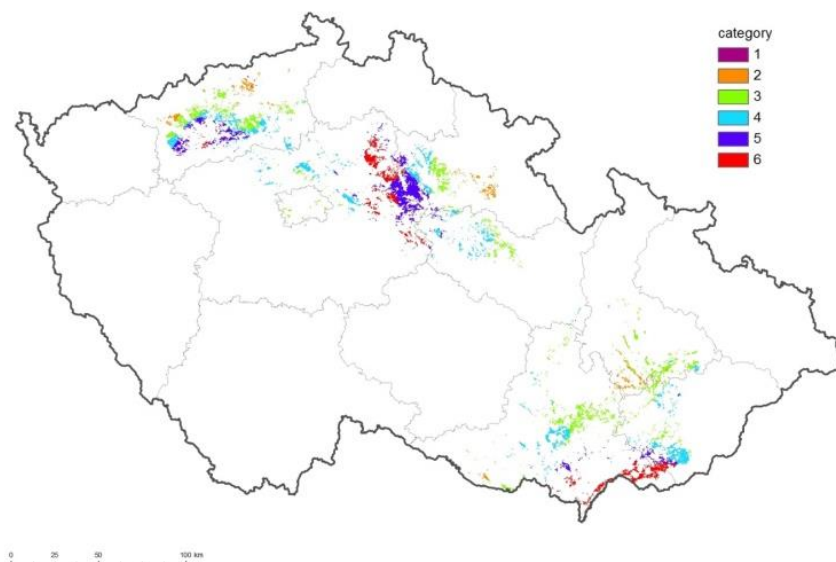
Pro každou chladnou část roku (listopad až březen) pro období 2001-2012, byl identifikován počet epizod s pozorovanými změnami teploty z pozitivní na negativní a naopak (tj. epizody zmrazení-rozmrzáni a rozmrzáni-zmrazení). Byly použity hodinové údaje teploty vzduchu ve výšce 2 metrů nad zemí, přičemž dle Hachema a kol., (2012) teplota zemského povrchu velmi dobře koreluje s teplotou vzduchu. Popsaný postup je tedy možné použít v mnoha zemích. Meteorologická měření a pozorování byla interpolována pomocí nástrojů GIS. Na základě těchto dat bylo vytvořeno 11 rastrových vrstev pro každé chladné období, s využitím metod místní lineární regrese v závislosti na nadmořské výšce a korekcí hodnotou odchylky tak, aby byly zachovány hodnoty odpovídající umístění stanice.

Bylo vyčleněno šest kategorií podle míry ohrožení. Kategorie 1 znamená nejnižší riziko, je označena „Bez ohrožení“, kategorie 2 je označena „Náchylné půdy“, kategorie 3 „Mírně náchylné půdy“, kategorie 4 „Ohrožené půdy“, kategorie 5 „Silně ohrožené půdy“, kategorie 6 představuje nejvyšší erozní ohrožení a je označeno jako „Nejvíce ohrožené půdy“

Výsledky a diskuze

Nejvyšší počet epizod (událostí zamrzáni-rozmrzáni a naopak) na těžkých půdách byl zjištěn v jihovýchodní části České republiky. Dále v malé oblasti severozápadní části České republiky. Tyto výsledky korespondují s tím, že na těchto lokalitách již větrná eroze byla pozorována a měřena (Mužíková a kol., 2010; Švehlík, 1985; Vopravil a kol., 2007). Dále byly vyhodnoceny počty dnů s meteorologickými podmínkami umožňujícími rozplavení

agregátů (stav půdy 2, 5 a 6) v průběhu dnů s maximální denní teplotou vzduchu vyšší než 0 °C (kapalná voda). Vysoký počet dnů s mokřým povrchem půdy byl identifikován v jihovýchodní části České republiky (stejně jako v případě zmrazení-rozmrazení). Jednotlivé faktory (počet epizod zmrazení-rozmrazení a počet dní s mokřým povrchem půdy) nepůsobí jen izolovaně, proto mapa na Obr 1. zobrazuje průnik obou těchto faktorů. Mapa představuje potenciální riziko větrné eroze na těžkých půdách na základě příslušných výše uvedených meteorologických charakteristik.



Obr. 1 Výsledná mapa potenciálního rizika větrné eroze na těžkých půdách

Aktuální sofistikované mapy erozního ohrožení evropských zemí např. Borelli a kol. (2014) pro členské státy Evropské unie nebo Bieleke a kol. (2005) pro Slovenskou republiku nezohledňují rizika výskytu eroze na těžkých půdách. To vychází z předpokladu, že je větrná eroze relevantní pouze pro písčité a jílovitopísčité půdy. Nicméně s využitím této metodiky by v prostředí GIS bylo možné jednoduše stanovit rizika erozního ohrožení v Evropě také pro těžké půdy.

Závěr

Vymezení území ohrožených větrnou erozí a kategorizace potenciálního ohrožení území větrnou erozí na těžkých půdách vlivem meteorologických podmínek je založeno na vyhodnocení vlivu teplotních změn, působících na rozpad půdních agregátů v kombinaci s vlivem vlhkosti povrchu půdy. Pro chladná období roku byl v období 2001–2012 zjištěn počet epizod změny kladné teploty na zápornou a naopak. Druhým hodnoceným faktorem byl efekt rozplavování agregátů v nadbytku vody, vyjádřený jako počet dnů s vlhkým (mokřým) povrchem půdy. V prostředí GIS byla pro každý rok vytvořena rastrová vrstva zachycující plošnou distribuci hodnocených prvků na území České republiky. Vrstvy byly zprůměrnovány pro celé období a jejich hodnoty přiřazeny dotčeným územím s výskytem těžkých půd. Zjištěné hodnoty jednotlivých meteorologických prvků jsou rozděleny vždy do pěti kategorií. Syntetická mapa potenciálního ohrožení těžkých půd větrnou erozí vznikla jako průnik dvou mapových vrstev a obsahuje kategorizaci do šesti stupňů ohrožení. Mezi nejvíce potenciálně ohrožené oblasti patří severní část středních Čech a jihovýchodní Morava. Výsledek se shoduje s lokalitami, kde byly v minulosti reálně zdokumentovány výskyty eroze na těžkých půdách.

Dedikace

Tato práce byla podpořena projektem Ministerstva zemědělství České republiky QJ1220054 „Vliv změny klimatických faktorů na rozvoj procesů větrné eroze, koncepční řešení opatřeními pozemkových úprav“.

Použitá literatura

- CHEPIL, W.S. (1951): Properties of soil which influence wind erosion: V. Mechanical stability of structure. *Soil Science*, Vol. 72, 465-478.
- CHEPIL, W.S. (1952): Improved rotary sieve for measuring state and stability of dry soil structure. *Soil Science Society of America Proceedings*, Vol. 16, No. 2, p. 113-117.
- CHEPIL, W.S. (1953): Factors that influence clod structure and erodibility of soil by wind: I. Soil structure. *Soil Science*, Vol. 75, p. 473-483.
- CHEPIL, W. S. (1954): Seasonal fluctuations in soil structure and erodibility of soil by wind. *Soil Science Society of America Proceedings*, Vol. 18, No. 1, p. 13-16.
- CHEPIL, W. S. (1958): Soil conditions that influence wind erosion. *Technical Bulletin*, No. 1185. Washington, D.C., USA, United States Department of Agriculture. 40 pp.
- DAGESSE, D.F. (2013): Freezing cycle effects on water stability of soil aggregates. *Canadian Journal of Soil Science*, Vol. 93, No. 4, p. 473-483.
- SKIDMORE, E.L., POWERS, D.H. (1982): Dry soil-aggregate stability: energy-based index. *Soil Science Society of America Journal*, Vol. 46, p. 1274-1279.
- COLAZO, J.C., BUSCHIAZZO, D.E. (2010): Soil dry aggregate stability and wind erodible fraction in a semiarid environment of Argentina. *Geoderma*, Vol. 159, No. 1-2, p. 228-236.
- YODER, R.E. (1936): A direct method of aggregate analysis and a study of the physical nature of erosion losses. *Journal of the American Society of Agronomy*, Vol. 28, p. 337-351.
- BULLOCK, M.S., LARNEY, F.J., IZAURRALDE, R.C., FENG, Y. (2001): Overwinter changes in wind erodibility of clay loam soils in southern Alberta. *Soil Science Society of America Journal*, Vol. 65, No. 2, 423-430.
- VOPRAVIL, J., JANEČEK, M., TIPPL, M. (2007): Revised soil erodibility *K*-factor for soils in the Czech Republic. *Soil and Water Research*, Vol. 2, No. 1, p. 1-9.
- HACHEM, S., DUGUAY, C. R., ALLARD, M. (2012): Comparison of MODIS-derived land surface temperatures with ground surface and air temperature measurements in continuous permafrost terrain. *The Cryosphere*, Vol. 6, p. 51-69.
- MUŽÍKOVÁ, B., STŘEDA, T., PODHRÁZSKÁ, J., TOMAN, F. (2010): Meteorologické podmínky v době výskytu extrémní větrné eroze na těžkých půdách [Meteorological conditions during extreme wind erosion events on heavy soils]. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, Vol. 58, No. 1, p. 115-122.
- ŠVEHLÍK, R. (1985): Větrná eroze půdy na jihovýchodní Moravě. Zabraňujeme škodám. Praha, SZN. 75 pp.

Kontaktní adresa:

Ing. Hana Středová, Ph.D.
Mendelova univerzita v Brně
Ústav aplikované a krajinné ekologie
Zemědělská 1
613 00 Brno
e-mail: hana.stredova@mendelu.cz

ZMĚNY OBSAHU ŽIVIN V PRODUKOVANÉ HNOJŮVCE Z HNOJE SKOTU V ZÁVISLOSTI NA MNOŽSTVÍ POUŽITÉ PODESTÝLKY

Changes of nutrient content in produced liquids from farmyard manure in function of amount of used litter

Svoboda P., Mühlbachová G.

Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Praha

Abstrakt

V kontejnerech o objemu 2,5 m³ bylo ověřováno množství vytékající hnojůvky z chlévské mrvy a obsah živin (N, P, K) v ní obsažený. Pro kontrolovaný pokus byly využity kontejnery, do kterých byla navezena chlévská mrva z volného ustájení skotu, kde bylo po dobu 48 hodin ponecháno 10 dojníc a nastýláno odpovídající množství slámy. Výsledky pokusu ukázaly, že při množství podestýlky mezi 4-7 kg/DJ/den se celkové množství hnojůvky vytékající z chlévské mrvy nesnížilo. Pozitivní vliv na zadržení hnojůvky v chlévské mrvě byl zjištěn při 8,5 kg a 10 kg podestýlky/DJ/den. Produkce N, P a K v hnojůvce byla u dvou nejvyšších dávek podestýlky (8,5 kg a 10 kg/DJ/den) oproti dávkám mezi 4-7 kg podestýlky/DJ/den nižší jak v celkovém množství ovlivněném celkovou produkcí hnojůvky, tak se snížil i obsah živin přímo v hnojůvce, který navíc u NH₄-N a P klesal v průběhu pokusu.

Klíčová slova: Hnojůvka; chlévská mrva; obsah živin

Abstract

The quantity and nutrient content of the manure liquids from farmyard manure was evaluated in containers of the volume 2,5 m³. The manure was taken from the free cattle housing where different amounts of the litter were given to 10 cows for 48 hours and thereafter the manure was transferred to containers. The results showed that at litter amount of 4-7 kg/ CU (cattle unit)/day did not decrease amount of manure liquids. Positive effect and decrease of manure liquids was observed at 8,5 kg and 10 kg/CU/day. Production of N, P and K decreased at 8,5 kg and 10 kg/CU/day of the litter in comparison to 4-7 kg/CU/day which was lower at the overall amount of leached nutrients and also at the concentration of nutrients in the manure liquid at 8,5 kg and 10 kg/CU/day of the litter. In addition, the concentration of NH₄-N and P decreased at the highest amounts of the litter during the experiment.

Key words: Manure liquid, Farmyard manure, Nutrient content

Úvod

Dočasná složiště hnoje ukládaná na zemědělskou půdu mohou přinášet rizika související s vyplavováním živin z hnoje do půdy a následně do povrchových a podzemních vod (Svoboda, 2011). Ukládání hnoje na zemědělskou půdu upravuje Vyhláška č. 377/2013 Sb. Dočasné uložení hnoje na zemědělskou půdu je přípustné po dobu až 12 měsíců ve zranitelných oblastech a v ostatních oblastech maximálně po dobu dvou let. Hnůj ze stelivových provozů skotu, kde se stele méně než 6 kg slámy/DJ/den je nutné skladovat nejdříve na pevném hnojišti u stáje po dobu tří měsíců. Z hnoje se mohou hnojůvkou vylučovat živiny, které by jinak v přiměřeném množství mohly být při organickém hnojení distribuovány na půdu a tím přispívat k udržení přiměřeného obsahu živin v půdě. Jednou z možností, jak zabránit nadbytečnému úniku živin z hnoje do půdy a následně do povrchových a podzemních vod, je dostatečné množství podestýlky v chovech skotu. Snižování objemu podestýlky může mít negativní dopad na kvalitu a vlastnosti hnoje, a tím i odtok hnojůvky a vyplavení živin z úložiště hnojů (Svoboda, P., Klír, J., 2011).

Cílem pokusu bylo zjistit vliv různého množství podestýlky na produkci hnojůvky a celkový obsah živin obsažený v produkované hnojůvce u skotu. Zjištěná data budou mít vliv na odhad rizik odtoku hnojůvky ze složišť hnoje na zemědělské půdy a vyplavování N, P, a K.

Materiál a metody

Pro zjištění vlivu množství podestýlky na produkci hnojůvky a obsah živin ve hnojůvce v hnoji uskladněném na polním složišti byla provedena měření produkce hnojůvky ve hnoji s různým množstvím podestýlky.

Skupina 10 dojníc (holstein, roční užitkovost 8000 l mléka, průměrná hmotnost 650 kg) byla volně ustájena v kotci s betonovou podlahou. Po dobu 2 dnů bylo do kotce každý den nastýláno množství podestýlky odpovídající hodnotám 4kg/DJ/den, 6 kg/DJ/den, 7 kg/DJ/den, 8,5 kg/DJ/den a 10 kg/DJ/den. Po 48 h byl hnůj vyhrnut ze stáje a naskladněn do speciálních utěsněných kontejnerů s objemem cca 2,5 m³. Každá pokusná varianta byla hodnocena ve dvojím opakování. Ve spodní části kontejnerů byly výpusti, umožňující vypouštění hnojůvky. Množství hnojůvky bylo každodenně váženo a hnojůvka byla vypouštěna až do okamžiku, kdy žádná z kontejnerů nevytékala. Vzorů hnojůvky byly analyzovány na obsah K, P pomocí ICP-OES (přístroj iCAP 7400 Duo, Thermo Jarrel Ash, USA) a N-NH₄ kolorimetricky pomocí přístroje SKALAR.

Výsledky a diskuze

Celkové množství hnojůvky vytékající z chlévské mrvy je uvedeno v Tabulce 1. Vzhledem k nestejnému počátečnímu celkovému množství chlévské mrvy, kterým bylo možné naplnit kontejner, bylo celkové množství hnojůvky přepočteno také na kilogram počátečního obsahu hnoje (Tabulka 1). Jak z celkového množství produkované hnojůvky, tak z přepočtu na kg chlévské mrvy vyplývá, že nejnížší celkové množství hnojůvky bylo zjištěno při nejvyšším množství nastlané podestýlky (8,5 kg a 10 kg slámy/DJ/den). Naopak při množství podestýlky mezi 4-7 kg/DJ/den byl nejvyšší odtok podestýlky zjištěn u vyššího množství podestýlky (7 kg/DJ/den) a u variant s 4 a 6 kg /DJ/den bylo množství hnojůvky srovnatelné (Tabulka 1). Vzhledem k nutné variabilitě při produkci chlévské mrvy ve stáji s konkrétními zvířaty nelze u podestýlky v množství 4-7 kg/DJ/den přesněji určit vliv nižšího množství podestýlky na produkci hnojůvky a získané výsledky budou dále upřesňovány. Relativní propočty odtékající hnojůvky v jednotlivých dnech odběru ukázaly, že obsah podestýlky hraje podstatnou roli zvláště na počátku skladování, kdy u nižších množství podestýlky (4-7 kg/DJ/den) a zvláště u nejnížšího množství podestýlky (4kg/DJ/den) docházelo k nejvyšší produkci hnojůvky (Graf 1).

Tabulka 1: Množství hnojůvky vytékající z chlévské mrvy s různým množstvím podestýlky

Kontejner	Chlévská mrva		Hnojůvka (kg hnojůvky/kg chlévké mrvy)
	celkem (kg)	Hnojůvka celkem (kg)	
4kg podestýlky/DJ/den	734	61,94	0,084
6kg podestýlky/DJ/den	1237	104,96	0,084
7kg podestýlky/DJ/den	847	103,04	0,117
8,5kg podestýlky/DJ/den	769,5	39,88	0,052
10kg podestýlky/DJ/den	877,5	19,42	0,022

Obsah amonného dusíku v hnojůvce byl vyšší při nižším množství podestýlky, což korespondovalo s celkovou produkcí hnojůvky (Graf 2a). Vyšší množství stlané podestýlky navíc postupně snižovalo celkový obsah N-NH₄ v produkované hnojůvce (Graf 2b), kde nejnížší obsah N-NH₄ v hnojůvce byl zjištěn při stlaní nejvyššího množství podestýlky (10 kg podestýlky/DJ/den) a druhý nejnížší obsah N-NH₄ byl zjištěn při 8,5 kg podestýlky/DJ/den. V tomto případě se projevil nejen pozitivní efekt podestýlky na celkové množství

produkované hnojůvky, ale i na obsah N-NH_4 , kde více amonných iontů zůstalo absorbováno v podestýlce, což při vyšším množství použité podestýlky dále snižovalo riziko potencionálního nežádoucího vyplavení do podzemních a povrchových vod.

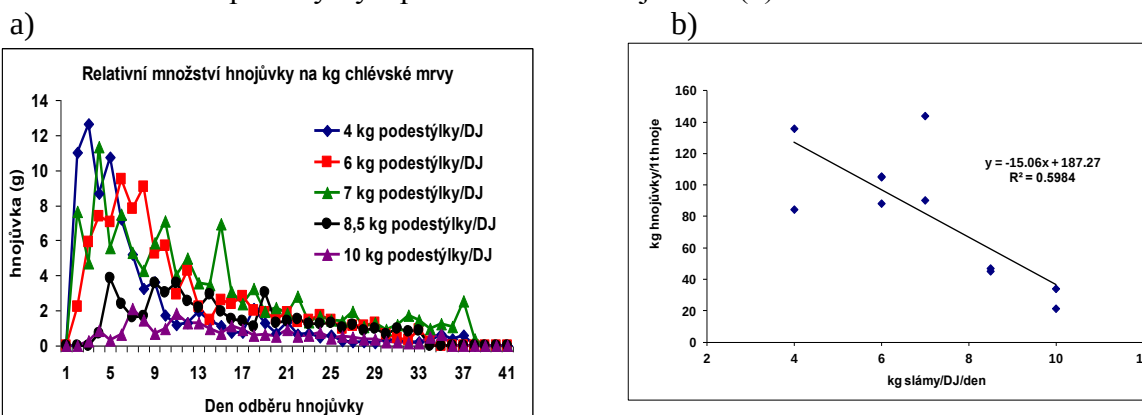
Obsah draslíku produkovaného v hnojůvce, podobně jako u amonného dusíku, byl nižší při vyšším množství dodané podestýlky, přičemž nejnížší celkové vyprodukované množství draslíku bylo zjištěno při dávce 10 kg podestýlky/DJ/den a druhé nejnížší při dávce 8,5 kg podestýlky/DJ/den (Graf 2a). Na rozdíl od amonného dusíku byl obsah draslíku v hnojůvce u jednotlivých variant podestýlání rovnoměrnější a nebyl zjištěn podstatný pokles koncentrací draslíku v hnojůvce (Graf 2b). Na druhou stranu, nižší obsah draslíku K v hnojůvce byl zjištěn u variant s vyšším množstvím podestýlky.

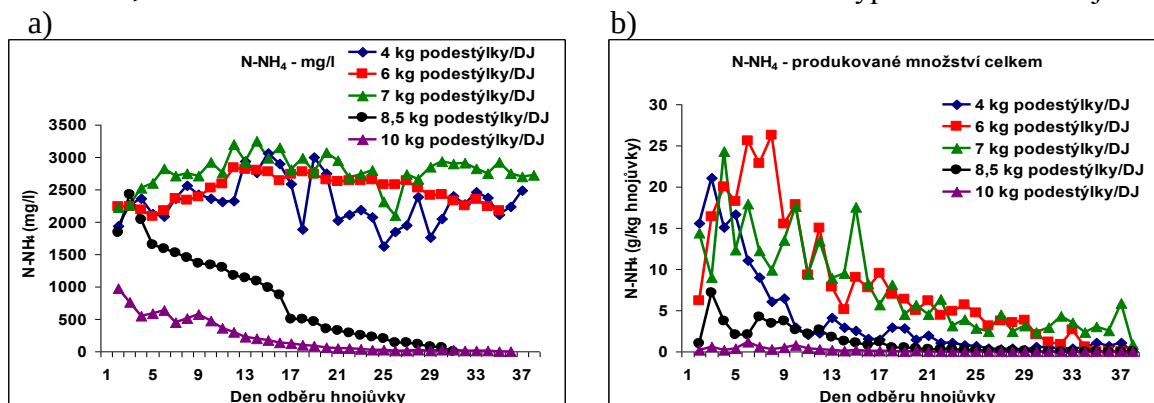
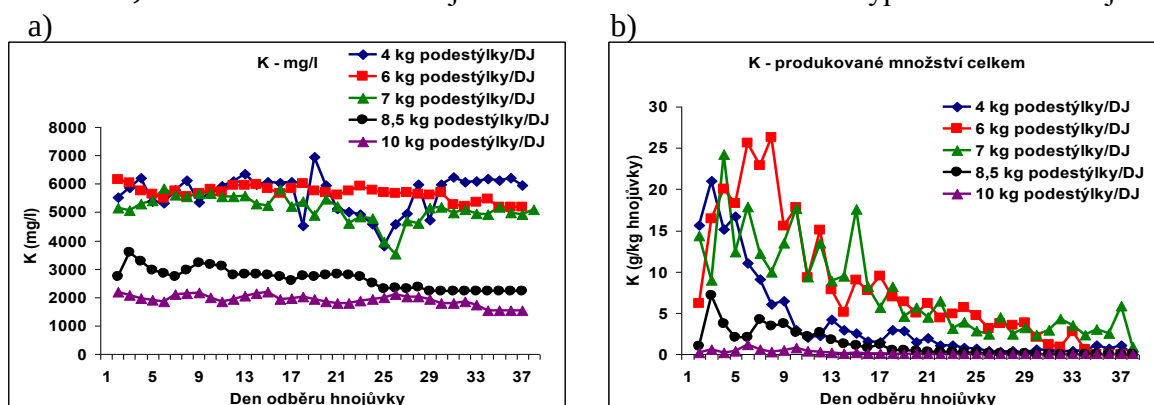
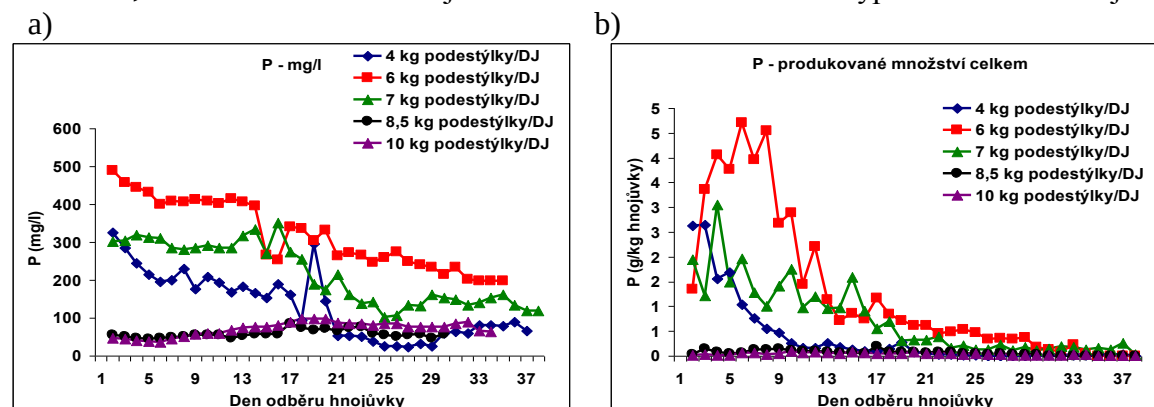
V souladu s obsahem N-NH_4 a K také produkce a obsah fosforu v hnojůvce byl nejnížší při dvou nejvyšších dávkách podestýlky (10 kg a 8,5 kg/DJ/den), zatímco vliv nižších dávek podestýlky (4-7 kg/DJ/den) na produkci a obsah P v hnojůvce bude třeba dále prověřit (Graf 3 a,b). Vyšší množství podestýlky snižovalo nejen obsahy N, P a K v celkové produkci hnojůvky, ale vzhledem k pravděpodobným sorpčním schopnostem podestýlky zůstávalo více N, P i K vázáno v podestýlce. Zatímco u N-NH_4 byl pozorován úbytek N u nejvyšších dávek podestýlky, obsah fosforu v hnojůvce se snižoval především při nižších dávkách podestýlky.

Závěr

Různé dávky podestýlky ovlivnily jak celkovou produkci hnojůvky z chlévské mrvy, tak i obsahy živin v produkované hnojůvce. Pokud jde o produkci N, P a K v hnojůvce, u dvou nejvyšších dávek podestýlky byla oproti dávkám mezi 4-7 kg podestýlky/DJ/den nižší jak celková produkce, tak obsah živin přímo v hnojůvce. Vyšší množství podestýlky snižovalo riziko úniku živin do půdy a v důsledku i do podzemních a povrchových vod. Navíc vyšší množství živin zadržovaných v podestýlce může mít dále pozitivní vliv na úrodnost hnojených půd a případně i na snížení nákladů na minerální hnojiva.

Graf 1a, b: Relativní množství hnojůvky produkované na 1 kg chlévské mrvy (a) a závislost mezi množstvím podestýlky a produkovanou hnojůvkou (b)



Graf 2a,b: Koncentrace N-NH₄ a celkové množství N-NH₄ ve vyprodukované hnojůvce.**Graf 3a,b:** Koncentrace K v hnojůvce a celkové množství K ve vyprodukované hnojůvce.**Graf 4a,b:** Koncentrace P v hnojůvce a celkové množství P ve vyprodukované hnojůvce.**Dedikace**

Výsledky byly dosaženy s podporou projektů NAZV QJ 1330214 a MZE RO015.

Použitá literatura

Svoboda P. (2011): Úroda 59 (12), (vědecká příloha, CD): 431-434

Svoboda, P., Klír, J. (2011): Zemědělec 19 (38): 14-17.

Vyhláška č. 377/2013 Sb., o skladování a způsobu používání hnojiv.

Kontaktní adresa:

Ing. Gabriela Mühlbachová, Ph.D., Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Drnovská 507,
161 06 Praha 6 – Ruzyně, e-mail: muehlbachova@vurv.cz

UPLATNĚNÍ DIGESTÁTU PŘI PĚSTOVÁNÍ BRAMBOR

Digestate application in potato cultivation

Svobodová, A., Čížek, M., Kasal, P., Čepl, J.

Výzkumný ústav bramborářský Havlíčkův Brod

Abstrakt

V letech 2014 – 2015 byl na stanovišti ve Valečově založen polní pokus s digestátem v porovnání s typickým minerálním hnojivem. Založeny byly celkem tři varianty po čtyřech opakováních: 1) 100 % dusíku v hnojivu močovina (120 kg N.ha^{-1}); 2) 100 % dusíku v digestátu (120 kg N.ha^{-1}); 3) 150 % dusíku v digestátu (180 kg N.ha^{-1}). U těchto variant byl sledován vliv variant hnojení na výnosové a kvalitativní ukazatele konzumních brambor. Z dosažených výsledků vyplývá, že významný vliv na výnos a kvalitu hlíz měl ročník pěstování a to zejména v roce 2015, kdy byly výnosy do značné míry ovlivněny extrémním suchem. Výnos hlíz především v roce 2014 byl kladně ovlivněn variantami s digestátem oproti močovině a zároveň nebyl shledán významný vliv na vnitřní kvalitu hlíz. V průměru let bylo tendenčně nejvyšších výnosů dosaženo u varianty s dávkou digestátu kolem 120 kg N.ha^{-1} oproti ostatním variantám.

Klíčová slova: digestát; hnojení; výnosy; vnitřní kvalita hlíz

Abstract

In the years 2014 - 2015 was at the station in Valečov based field trial digestate compared to typical mineral fertilizer. Formed were three variants after four repetitions: 1) 100% of the nitrogen in the fertilizer urea (120 kg N.ha^{-1}); 2) 100% of the nitrogen in the digestate (120 kg N.ha^{-1}); 3) 150% nitrogen in digestate (180 N.ha kg^{-1}). In these variants, the effect of variations of fertilization on yield and quality indicators ware potatoes was observed. The obtained results show that a significant impact on yield and quality of tubers had a year of growing and especially in 2015, when yields were largely affected by extreme drought. Especially tuber yield in 2014 was positively influenced by variations of digestate compared to urea but was not found significant impact on the internal quality of tubers. In average of years tendentionously highest yields was achieved in the variant with a dose of around $120 \text{ kg digestate N.ha}^{-1}$ over other variants.

Keywords: digestate; fertilization; yields; the internal quality of tubers

Úvod

Digestát je zbytek po fermentačním procesu vznikající anaerobní fermentací při výrobě bioplynu. Hnojení digestátem je podobné jako při hnojení kejdou, vždy je však vhodné vzít v úvahu aktuální obsah dusíku. Při průměrném obsahu 0,5 % celkového dusíku a při dávce jedné tuny digestátu se do půdy dodá 5 kg N.ha^{-1} . Proti statkovým hnojivům mají digestáty obvykle vysoký celkový obsah dusíku od 0,2 do 1 % v původní hmotě, pH mezi 7–8 a sušinu v rozmezí od 2 do 13 % (SMATANOVÁ, 2012). Aplikací na zemědělskou půdu podle zásad správné zemědělské praxe digestát dosahuje požadovaný účinek z pohledu harmonické výživy a z pohledu úrovně a kvality výnosu polních plodin. Digestát je zdrojem živin, které při úspěšné eliminaci výše uvedených potenciálních rizik uplatněním neustále vyvíjené technologické kázně mohou napomoci produkční účinnosti půd v podmínkách setrvalého zemědělství (DOSTÁL et al., 2015). WELLINGER. et al. (2013) uvádí, že efekt digestátu na výnos plodin je rozdílný, od nulového až po průkazný vliv. Aplikace digestátu v pevné nebo kapalné formě může mít za následek významné zlepšení množství a kvality potravin prostřednictvím přívodu živin a prostřednictvím jeho obsahu mikroelementů v dostupné formy pro rostliny (MAKÁDI et al., 2012). Na základě reakce rostlin na aplikaci digestátu, rostliny mohly být zařazeny do citlivých (vojtěška, slunečnice, sója) a necitlivých (ozimá pšenice, tritice, kukuřice). U citlivých rostlin může být digestát aplikován pouze v určitých vývojových stádiích (MAKÁDI et al., 2008). Digestáty jsou uplatňovány při pěstování brambor, kukuřice na zrno i silážní kukuřice především v podmínkách absence živočišné

výroby provázené nedostatkem statkových hnojiv. Použití i dávkování digestátu jako hnojiva se do značné míry podobá použití a dávkování kejdy, a to vždy s přihlédnutím ke konkrétnímu obsahu živin, zejména dusíku (KASAL et al., 2010). Cílem příspěvku bylo porovnat vliv variant hnojení digestátem a typickým minerálním hnojivem na výnosové a kvalitativní ukazatele konzumních brambor.

Materiál a metody

Hodnoceny byly výsledky polního pokusu s konzumními bramborami, s hnojením digestátem a močovinou, založeného na výzkumné stanici Valečov v letech 2014 a 2015. V přesném polním pokusu s ranou odrůdou brambor Dali, byly založeny celkem tři varianty hnojení po čtyřech opakováních (1. 100 % N v močovině, 2. 100 % N v digestátu, 3. 150 % N v digestátu). Dávky dusíku v jednotlivých letech v rámci pokusných variant byly stanoveny na základě odběru digestátu před aplikací na půdu. Agrochemický rozbor digestátu je uveden v tab. 1. Rozdíly obsahu dusíku v digestátu v jednotlivých letech nebyly významné. Digestát byl zapraven aplikátorem s přímým zapravením do půdy zhruba čtrnáct dnů před sázením. Na pozemku byla použita technologie odkamenění, čímž došlo k rozptýlení hnojiva do celého půdního profilu. Během trvání polního pokusu byla použita běžná agrotechnika s aplikací herbicidů a fungicidů. Po sklizni proběhly rozборы hlíz dle velikostního třídění a byl stanoven obsah škrobu a sušiny hlíz. Výsledky byly statisticky hodnoceny s využitím softwaru (Statistica.cz) za pomoci jednofaktorové analýzy rozptylu a Tukeyova HSD testu.

Tab.1: Agrochemické složení digestátu z BPS Vadín

Rok	Sušina	Organické látky	N - tot.	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	pH
2014	7,06	5,48	0,38	0,23	0,32	0,046	8,3
2015	5,30	3,70	0,43	0,13	0,53	0,074	8,6

Výsledky a diskuse

Dosažené výnosy hlíz byly částečně ovlivněny povětrnostními podmínkami jednotlivých let. Nižší výnosy v roce 2015 byly zaznamenány zejména na variantě č. 3 s vyšší dávkou digestátu. Tento fakt byl zřejmě zapříčiněn extrémním suchem v průběhu letních měsíců. Podle JŮZLA (1994), výnos hlíz ovlivňují u raných brambor zejména srážky v průběhu července. Začátek vegetačního období roku 2015 byl pro růst optimální a lze předpokládat, že rostliny na variantě s vyšší dávkou dusíku vytvářely nejprve vegetativní orgány, což lze prokázat z výsledků v rámci vegetačního sledování. VANĚK (1998) potvrzuje, že při dobrých růstových podmínkách působí vysoké dávky N na růst hlavně vegetativních orgánů a až později přichází generativní fáze, čímž se prodlužuje období dozrávání. V období růstu hlíz nastalo suché a výrazně teplé počasí, které mělo zřejmě za následek snížení výnosů na variantě č. 3 zhruba o 25 % oproti zbylým variantám. Naopak tomu bylo v roce 2014, kdy statisticky průkazně nejvyšších výnosů bylo dosaženo u varianty č. 3 (150 % N v digestátu) oproti variantě č. 1 (100 % N v močovině). Varianta č. 2 se 100 % N v digestátu se jevila v rámci let jako optimální. Výnosy hlíz brambor u této varianty se pohybovaly v průměru let kolem 40 t.ha⁻¹. Podle SMATANOVÉ et al. (2012) má nejvyšší výnosový efekt minerální hnojení. Digestáty a kompost jsou však jen mírně pod výnosovou úrovní hnojení běžným minerálním hnojivem. GARFI et al. (2011) potvrzuje, že výnos brambor se po aplikaci digestátu zvýšil o 27,5 % oproti nehnojené kontrole (v porovnání s kompostem se zvýšením výnosu o 15,1 %).

Kvalita hlíz (tab. 2) nebyla množstvím ani druhem hnojiva ovlivněna a podle získaných výsledků lze digestát doporučit jako vhodnou alternativu k základnímu hnojení. ROHÁČEK (2013) uvádí, že hnojení kejdou obsah škrobu značně snižovalo, u digestátu se tento efekt

téměř neprojevil (z původních 16,1 % škrobu snížení na 15,8 %). Obsah sušiny v hlízách bramboru se oproti minerálnímu hnojivu po hnojení digestátem zvýšil o 10,9 %; v našem polním pokusu se tento efekt neprojevil. Podle SMATANOVÉ et al. (2012) se po aplikaci digestátu zvýšil podíl hlíz brambor nad 35 mm oproti minerálnímu hnojivu o 14,1 %, což s výjimkou varianty č. 3 v roce 2015 koresponduje s dosaženými výsledky.

Závěr

Využití digestátu jako hnojiva poskytuje hospodářské a environmentální výhody, protože snižuje množství minerálních hnojiv potřebných pro zemědělskou výrobu. Jak výsledky ukazují, aplikace digestátu může mít za následek významné zvýšení množství a kvality zemědělských plodin prostřednictvím dodávky živin v harmonizaci s potřebami rostlin. Vlivem ročníku (2015) bylo v polním pokusu s hnojením brambor digestátem dosaženo statisticky průkazných výsledků dosaženo pouze v roce 2014.

Dedikace

Príspevek byl zpracován s finanční podporou TA ČR v rámci výzkumného projektu TA 02020123 s názvem "Přidání ochranné technologie, energeticky úsporné skladování, využití hlíz a natě brambor s ohledem na snížení závislosti na fosilních palivech a ochranu životního prostředí."

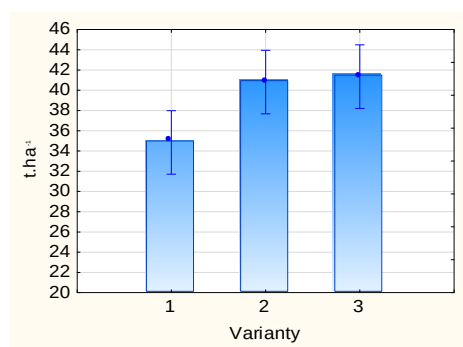
Použitá literatura

- DOSTÁL, J., LOŠÁK, T., HLUŠEK, J. (2015): Digestát - mýty a skutečnost ve vztahu k půdní úrodnosti. In Kukuřice v praxi 2015. 1. vyd. Brno: Mendelova univerzita v Brně a KWS OSIVA, s. r. o., 24-31. ISBN 978-80-7509-179-6.
- GARFI, M., GELMAN, P., COMAS, J., CARRASCO, W., FERRER, I. (2011): Agricultural reuse of the digestate from low-cost tubular digesters in rural Andean communities, Waste Management, doi:10.1016/j.wasman.2011.08.007.
- JŮZL, M. (1994): Pěstování brambor a jejich nároky na klimatické podmínky, Klimatická změna a zemědělství. Sborník referátů, Brno 1. 9. 1994. s. 88 – 92.
- KASAL P., ČEPL, J., VOKÁL, B. (2010): Hnojení brambor, Výzkumný ústav bramborářský, Havlíčkův Brod, 2010, ISBN 978-80-86940-24-3.
- MAKÁDI, M., TOMÓCSIK, A., OROSZ, V. (2012). Digestate: A New Nutrient Source - Review, Biogas, Dr. Sunil Kumar (Ed.), ISBN: 978-953-51-0204-5.
- MAKÁDI, M., TOMÓCSIK, A., LENGYEL, J., MÁRTON, Á. (2008): Problems and success of digestate utilization on crops. Proceedings of the Internationale Conference ORBIT 2008, Wageningen, 13-16 October, 2008.
- ROHÁČEK, P. (2013): Porovnání účinnosti digestátů a vybraných hnojiv aplikovaných ve zranitelné oblasti. Bakalářská práce. Mendelova Univerzita Brno, 35 s.
- SMATANOVÁ (2012): Digestát jako organické hnojivo. Zemědělec, 18, 21-22.
- The biogas handbook. Science, production and applications (2013). Edited by Arthur Wellinger, Jerry Murphy and David Baxter. Woodhead Publishing Limited, IEA Bioenergy, 476 p., ISBN 978-0-85709-498-8.
- VANĚK, V. (1998): Nadbytek dusíku, Výživa a hnojení polních plodin, ovoce a zeleniny, ISBN 80-902413-1-X, ČZU Praha, s. 20.

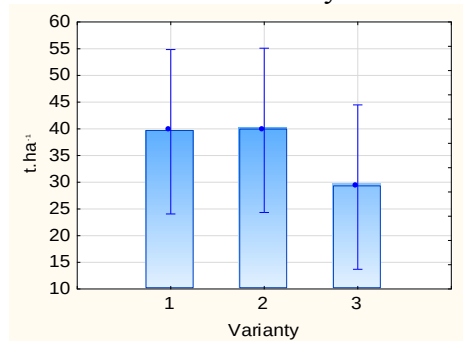
Tab. 2: Velikostní třídění, obsah škrobu a sušiny

Rok	Varianta	Velikostní třídění (%)			Obsah škrobu	Obsah sušiny
		do 35 mm	35-55 mm	nad 55 mm		
2014	1	4,67	48,12	47,22	13,4	19,7
	2	3,52	54,34	42,14	13,9	20,9
	3	3,50	36,75	59,75	13,4	19,6
2015	1	5,57	94,43	0	12,6	19,9
	2	10,48	89,52	0	11,2	18,9
	3	22,63	77,37	0	11,6	18,6

Graf 1: Vliv variant na výnos hlíz v roce 2014



Graf 2: Vliv variant na výnos hlíz v roce 2015

**Kontaktní adresa:**

Ing. Andrea Svobodová, Ph.D.

Výzkumný ústav bramborářský Havlíčkův Brod

Dobrovského 2366

580 01 Havlíčkův Brod

e-mail: svobodova@vubhb.cz

MNOŽSTVÍ A KVALITA PŮDNÍ ORGANICKÉ HMOTY U TRVALÉHO TRAVNÍHO POROSTU V ZÁVISLOSTI NA APLIKOVANÉM HNOJIVU

The quantity and quality of soil organic matter in the permanent grassland depending on the applied fertilizers

Šimečková J., Jandák J.

Mendelova univerzita v Brně

Abstrakt

Z hlediska půdní organické hmoty není důležitý pouze její obsah ale také kvalita. Ukazatelem množství přítomné půdní organické hmoty je obsah organického uhlíku a ukazatelem pro hodnocení jeho kvality je poměr obsahu humínových kyselin vůči obsahu fulvokyselin (HK:FK).

V příspěvku se zaměřujeme na množství a kvalitu organické hmoty u trvale travního porostu na konci vegetačního období 2014 po prvním roce polního pokusu. Trvalý travní porost byl hnojen 3 různými typy hnojiv a to organickým hnojivem (kompost), digestátem a minerálním hnojivem. Vzorky byly odebrány z drnu a dále z hloubek 0,03 – 0,07 a 0,13 – 0,17 m.

Z hlediska obsahu organického uhlíku vyšla nejlépe varianta s aplikací digestátu, avšak z hlediska kvality byla nejlepší varianta s aplikací kompostu. Naopak nejhorší poměr HK:FK byl nalezen u hnojiva minerálního.

Klíčová slova: půdní organická hmota, trvale travní porost, digestát

Abstract

In terms of soil organic matter is not important only the quantity but also the quality. An indicator of the quantity is the organic carbon content and an indicator of the quality is the ration of humic acid and fulvic acid (HA:FA).

This paper is focused on the quantity and quality of organic matter on permanent grassland at the end of the growing season 2014 after the first year of field trial. The permanent grassland was fertilizing by of 3 different fertilizer types – organic fertilizer (compost), digestate, and mineral fertilizer. Samples were taken from divot and subsequently at depths of 0.03-0.07 and 0.13-0.17 m.

In terms of organic carbon content was the best variant with the application of digestate, but in terms of quality was the best variant with application of compost. The worst ration HA:FA was found by mineral fertilizer.

Key words: soil organic matter, permanent grassland, digestate

Úvod

Půdní organická hmota (POH) je velmi důležitou součástí půdy. POH pozitivně ovlivňuje fyzikální, hydrologické, chemické, bio-chemické a produkční schopnosti půdy (Bertora 2009). Vytváří se chemickými a biologickými transformacemi rostlin a živočišného materiálu v součinnosti s mikrobiální činností (Canellas et al. 2015). Od roku 1837 u POH rozlišujeme mimo jiné humínové kyseliny (HK) a fulvokyseliny (FK). Jednotlivé frakce POH jsou citlivé na změny, které probíhají v půdním prostředí (Kolář et al. 2009).

Současná lidská populace je závislá na elektrické energii. Kromě běžných fosilních paliv jsou pro její získání nově využívány tzv. alternativní zdroje. Jedním z nich je bioplyn z bioplynových stanic. Se stoupajícím počtem bioplynových stanic začala vyvstávat otázka, co s odpadním materiálem, tzv. digestátem (Galvez et al. 2012). Van Camp et al. (2004) uvádí, že by se digestát mohl aplikovat na půdu a stát se účinnou strategií při řešení problému spočívajícího v rozsáhlé ztrátě POH během posledních desetiletí.

Tento příspěvek se zaměřuje na rozdíl v obsahu a poměru HK a FK u trvalého travního porostu s ohledem na aplikované hnojivo. Aplikovanými hnojivy jsou: kompost, digestát a minerální hnojivo. Rozdíly byly sledovány na konci vegetačního období 2014 po prvním roce

polního pokusu ve třech hloubkách – kořeny, 0,03 – 0,07 a 0,13 – 0,17 m. U obou sledovaných parametrů POH byly nalezeny statisticky významné rozdíly mezi jednotlivými hnojivy. Kromě toho byl porovnán obsah Corg s hodnotou před založením polního pokusu.

Materiál a Metody

Pro odběr půdních vzorků byl využit polní pokus založený na pozemcích Výzkumné pícninářské stanice Vatín (Agronomická fakulta, Mendelova univerzita v Brně) na jaře 2014. Výzkumná stanice se nachází 49° 31' N a 15° 58' E, přibližně 60 km severovýchodně od Brna, 5 km jižně od Žďáru nad Sázavou. Nadmořská výška výzkumné stanice je 540 m n. m.

Půdní typ je kambizem dystriická, mateční horninou je rula (Bugnerová 2013, IUSS Working Group WRB 2014).

Polní pokus je veden v maloparcelním provedení. Jedna parcela má výměru 10 m². Vliv aplikovaného hnojiva je sledován u různých vegetačních pokryvů. Jedním z nich je i trvalý travní porost. Aplikovanými hnojivy jsou: organické hnojivo ve formě kompostu, digestát a minerální hnojivo v podobě amonného ledku s vápencem.

Všechna hnojiva jsou aplikována tak, aby dodaly za rok 150 kg N * ha⁻¹. U trvalého travního porostu byla všechna hnojiva aplikována ve dvou dávkách. Na začátku vegetačního období v dávce 60 % celkového dusíku a v červnu, kdy se dodalo zbývajících 40 % z celkové dávky dusíku. Příslušné parcely byly dohnojovány superfosfátem a draselnou solí tak, aby byla dávka prvků fosforu a draslíku u všech typů hnojiv stejná. Dávka se určovala podle hnojiva (kompost či digestát), které jich obsahovalo nejvíce. První aplikace hnojiv proběhla spolu se zapravením do půdy při zakládání parcel a druhá dávka byla již aplikována pouze po povrchu do vzešlého porostu. Obsah oxidovatelného uhlíku u digestátu bylo 1,98 % a u kompostu 10,95 %. Při přepočtu dle množství aplikovaného hnojiva bylo u kompostu dodáno do půdy za celý rok 1,48 kg a u digestátu 1,11 kg Corg.

Vzorky byly odebrány na konci vegetačního období v říjnu 2014 a to ve 3 hloubkách – kořenová část (pomocí vytřepání zeminy), 0,03 – 0,07 m a 0,13 – 0,17 m.

Vzorky se upravily dle metodiky pro zpracování sypkých vzorků (Zbíral et al. 2010). Z takto připravených vzorků bylo stanoveno množství celkového uhlíku dle metodiky Walkley-Blakovy modifikované Novákem a Pelíškem (Jandák et al. 2013) a množství HK a FK dle metodiky uvedené Konocovou a Belčíkovou (1963).

Před zahájením polního pokusu na jaře 2014 byly odebrány půdní vzorky v hloubce 0,1 – 0,2 m pro základní charakteristiku pozemku a to v 10 bodech pravidelně rozmístěných po pozemku. U vzorků se stanovovalo pouze množství Corg, kvalita organické hmoty určována nebyla. Průměrná hodnota ze všech vzorků činila 1,80 % Corg.

Pro statistické zpracování dat bylo využito programu Statistica. Normální rozdělení dat bylo zjištěno pomocí Shapiro-Wilkova W testu. Následně parametrická data byly podrobeny analýze pomocí jednofaktorové Anovy a pro zjištění statistických rozdílů Fisherův LSD test. Neparametrická data byly zpracovány pomocí Kruskal-Wallisové Anovy.

Výsledky a diskuze

Z obr. 1 vyplývá, že s hloubkou obsah Corg klesá u všech variant. S výjimkou varianty s aplikací minerálního hnojiva, kde první dvě hloubky (kořeny a 0,03 – 0,07 m) měly podobný a statisticky neprůkazný rozdíl obsahu organického C.

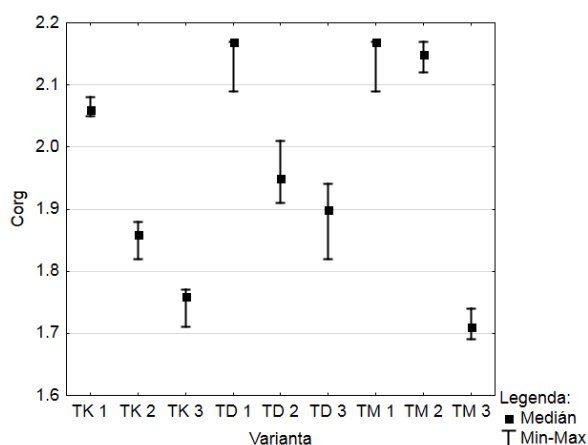
Z hlediska obsahu Corg byly nejnižší hodnoty nalezeny u varianty s aplikací kompostu, s výjimkou nejhlubšího zkoumaného místa 0,13 – 0,17 m, kde nejnižší obsah Corg byl nalezen u varianty s minerálním hnojením. Naopak nejvyšší obsah byl zjištěn ve většině

hloubek u varianty s digestátem. Obdobný obsah byl naměřen u varianty s minerálním hnojivem a to v prvních dvou hloubkách.

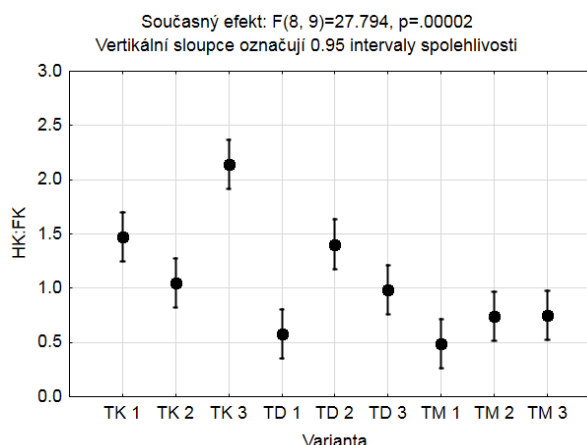
Ačkoliv měla varianta s aplikací kompostu nejnižší obsah Corg (s výjimkou hloubky 0,13 – 0,17 m), poměr a tedy kvalita humusových látek byla lepší oproti dalším variantám, jak je patrné z obr. 2., s výjimkou u hloubky 0,03 – 0,07 m. Zde byla lepší hodnota zjištěna pro variantu s digestátem (rozdíl byl statisticky průkazný).

Z hlediska kvality organické hmoty byla celkově nejhorší varianta s aplikací minerálního hnojiva. Zde se ani v jedné hloubce nedostal poměr nad 1. U digestátu byl nejhorší poměr nalezen v drnové části. Tato hodnota byla podobná s hodnotou naměřenou u stejné hloubky varianty s minerálním hnojivem. Statisticky průkazný rozdíl zde nebyl nalezen.

Obr. 1. Obsah Corg (%) pro jednotlivé varianty



Obr. 2 Poměr HK:FK pro jednotlivé varianty



Legenda: T – trvalý travní pokus, K – kompost, D – digestát, M – minerální hnojivo, 1 – kořeny, 2 – 0,03 – 0,07 m, 3 – 0,13 – 0,17 m

Pokud se zaměříme na vývoj obsahu Corg u jednotlivých variant, tak můžeme výsledky porovnat s průměrnou hodnotou pro pozemek, který byl zjišťován před zahájením pokusu. Průměrná hodnota činila 1,80 % Corg (určeno z 10 pravidelně rozmístěných bodů po pozemku). Protože byly vzorky odebrány z hloubky 0,1 – 0,2 m, může být tato hodnota porovnána pouze s hloubkou 0,13 – 0,17 m v současném pokusu. U varianty s aplikací kompostu a minerálního hnojiva došlo k poklesu v obsahu Corg. Naopak u varianty s digestátem byl pozorován nárůst. A to ačkoliv měl digestát nižší množství dodané Corg při aplikaci než kompost (celková dávka Corg digestátu 1,11 kg a u kompostu 1,48 kg).

Závěr

Ačkoliv byl u kompostu nalezen nižší obsah Corg oproti ostatním dvěma hnojivům u jednotlivých hloubek (s výjimkou hloubky 0,13 – 0,17 m), tak z hlediska kvality, tedy v poměru humínových a fulvokyselin, byla tato varianta lepší. V porovnání s původní hodnotou obsahu Corg, se pozitivně projevila pouze aplikace digestátu.

Je však obtížné vyvozovat závazné závěry na základě výsledků jednoletého polního pokusu. Avšak jak uvádí Bachmann et al. (2014), je velmi důležité pomocí dlouhodobého a hloubkového monitoringu půd sledovat změny způsobené aplikací digestátu.

Dedikace

Výzkum byl finančně podpořen projektem IGA – Interní agentura Agronomické fakulty Mendelovy univerzity v Brně č. IP 28/2015.

Použitá literatura

- Bachmann S., Gropp M., Eichler-Löbermann E. 2014. Phosphorus availability and soil microbial activity in a 3 year field experiment amended with digested dairy slurry. *Biomass and Bioenergy* [online]. 70: 429-439. [2015-08-18]. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0961953414003766>
- Bertora CH., Zavattaro L., Sacco D., Monaco S., Grignani C. 2009. Soil organic matter dynamics and losses in manured maize-based forage systems. *European Journal of Agronomy* [online]. 30 (3): 177-186. [2015-02-13]. Dostupné z: <http://cabdirect.org/abstracts/20093079991.html?resultNumber=3&q=title%3A%28%22soil+organic+matter%22%29+AND+title%3A%28manure%29>
- Bugnerová K. 2013. Sledování antropogenních změn u vybraných půdních typů. Diploma thesis Mendel University in Brno. 70.
- Canellas L. P., Olivares F. L., Aguiar N. O., Jones D. L., Nebbioso A., Mazzei P., Piccolo A., 2015. Humic and fulvic acids as biostimulants in horticulture. *Scientia Horticulturae* [online]. 195: In Progress. [2015-09-29]. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304423815301771>
- Galvez A., Sinicco T., Cayuela M. L., Mingorance M.D., Fornasier F., Mondini C. 2012. Short term effects of bioenergy by-products on soil C and N dynamics, nutrient availability and biochemical properties. *Agricultural, Ecosystems and Environment* [online]. 160: 3 – 14. [2015-08-18]. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167880911002064?np=y>
- Hayes M. H. B. 2006. Solvent systems for the isolation of organic components from soils. *Soil Science Society of America Journal* [online]. 70: 986 – 994. [2015-09-29]. Dostupné z: <https://dl.sciencesocieties.org/publications/sssaj/pdfs/70/3/986>
- IUSS Working group WRB. 2014. World Reference Base for Soil Resources 2014. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. World Soil Resources Reports No. 106. FAO, Rome.
- Jandák J., Pokorný E., Hybler V., Pospíšilová L. 2003. Cvičení z půdoznalství. 1st ed. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita.
- Kolář L., Kužel S., Horáček J., Čechová V., Borová-Batt J., Peterka J. 2009. Labile fractions of soil organic matter, their quantity and quality. *Plant Soil Environment* [online]. 55 (6): 245 – 251. [2015-09-29]. Dostupné z: <http://81.0.228.28/publicFiles/08421.pdf>
- Konocová M. M., Bělčíková N. P. 1963. Uskorennýj metod opredelenija sostava gumusa mineralnych počv. *Organičeskoje veščestvo počvy*. Moskva. 228-234.
- Van Camp L., Bujarrabal B., Gentile A.R., Jones R.J.A., Montanarella L., Olazabal C., Selvaradjou S. K. 2004. Reports of the Technical Working Groups Established under the Thematic Strategy for Soil Protection. EUR 231319 EN/3. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.
- Zbíral J., Honsa I., Malý S. Váňa M. 2010. Analýza půd. 3rd ed. Brno: Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský

Kontaktní adresa:

Ing. Jana Šimečková

Ústav agrochemie, půdoznalství, mikrobiologie a výživy rostlin

Agonomická fakulta Mendelovy univerzity v Brně

Zemědělská 1, 613 00 Brno

e-mail: jana.simeckova.uapmv@mendelu.cz

PROTIEROZNÍ OPATŘENÍ V TECHNOLOGII ZÁHONOVÉHO ODKAMENĚNÍ BRAMBOR

Erosion control measures in the stone windrowing technology for potatoes

Vacek J. ¹, Mayer V. ², Dovol J. ³, Novák J. ⁴

¹Výzkumný ústav bramborářský Havlíčkův Brod, s.r.o.

²Výzkumný ústav zemědělské techniky, v.v.i.

³Senagro a.s.

⁴KOVO NOVÁK Jan Novák

Abstrakt

Protierozní účinnost opakovaného důlkování v technologii pěstování brambor v odkameněných hrůbcích rámcově odpovídá účinnosti hrázkování v tradiční technologii s pěstováním v hrůbcích s roztečí 75 cm. Po zapojení natě na začátku července již nelze do porostu vjíždět, a proto by mělo být ještě před zapojením protierozní plečkou preventivně obnoveno důlkování vytvořené adaptérem při sázení. Protierozní účinnost u smyvu půdy byla v jednotlivých letech 88 resp. 74 % podle velikosti a intenzity přívalových srážek a zvláště jejich termínu. Z pohledu vlivu opatření na výnos hlíz je u varianty s důlkováním tendence k vyššímu výnosu.

Klíčová slova: brambory, záhonové odkamenění, eroze, hrázkování/důlkování

Abstract

The erosion control effect of hollows in the bottoms of furrows when potato is grown in stone windrowing beds is approximately the same as that of furrow dikes (tied ridges) in the traditional technology of potato growing in ridges 75 cm apart. The hollows that had been made at planting with a planter adapter should be preventatively renewed with an erosion-control cultivator before the potato canopy become closed early in July. The erosion control effect of the hollows in terms of the soil loss reduction was 88% and 74%, respectively, in individual years and depended on the rainstorm totals, intensities and, in particular, their time of occurrence within the growing season. The treatments with hollows tended to provide higher tuber yields.

Key words: potato, stone windrowing, erosion, reservoir tillage

Úvod

Brambory jsou celosvětově nejvýznamnější zeleninou, u nás jsou pěstovány v ranobramborářských oblastech tradiční technologií v hrůbcích s roztečí 75 cm nebo na Vysočině technologii pěstování v odkameněných hrůbcích.

Technika záhonového odkamenění před výsadbou byla vyvinuta ve Skotsku v osmdesátých letech minulého století z důvodu zvýšení výtěžnosti tržních hlíz snížením jejich mechanického poškození při sklizni (Witney 1984). Nejvíce se rozšířily odkameňovací linky fy Reekie (nyní ScanStone/Underhaug). V Československu byla tato technologie od fy Grimme poprvé zkoušena v roce 1986 s průkazným snížením mechanického poškození hlíz při sklizni ze 44 na 22,5 % (Vacek 1989). K masovému rozšíření této nákladné technologie u nás došlo až po roce 1996 s etablováním obchodních řetězců vyžadujících pro maloobchodní prodej prané hlízy. Problematikou protierozní ochrany u brambor v tradiční technologii s roztečí 75 cm se u nás zabýval Výzkumný ústav pro zúrodnění zemědělských půd Praha (nyní VÚMOP v.v.i.), nejvyšší 85 % protierozní účinnost měla varianta hrázkování meziřadí (Sokolová 1994). VÚZZP spolu s JZD Volříšov vyvinul hrázkovač nesený HN-5-VO (Sokolová 1990). K obnovení zájmu o tuto technologii u nás došlo po implementaci EU standardu Dobrého zemědělského a environmentálního stavu GAEC 2 (nyní DZES 5) od 1. 1. 2010 týkajícího se ochrany proti vodní erozi při pěstování širokořádkových plodin zahrnujících brambory.

V zahraničí se nejkomplexněji problematikou vodní eroze při pěstování brambor zabývali v Kanadě. Chow (1992) např. prokázal, že u dvou dešťových srážek krátce po založení pokusu u varianty s odstraněnými kameny byl povrchový odtok 1,7 a 1,4krát vyšší proti kontrole a ztráta půdy 1,5krát vyšší. V Německu se vodní erozí u brambor zabýval Fiener (2006), v Belgii Olivier (2013). Ten prokázal, že hrázkování snížilo povrchový odtok o 70 %, smyv půdy o 90 %, na kontrole navíc došlo proti variantě s hrázkováním k odnosu cca 1 % aplikovaných účinných látek herbicidů z ha. V USA se místo technologie hrázkování používá pro závlahu pivotovými zavlažovači důlkování sloužící na svažitéch pozemcích k zamezení povrchového odtoku a především zvýšení a zrovnoměnění vsakování vody do půdy vedoucí ke zvýšení velikostní výtěžnosti i výnosu hlíz (Kincaid 1990). Důlkovače jsou v USA buď samostatné stroje nebo jako důlkovací adaptéry už součástí sazeče.

Uvedené hrázkovače resp. důlkovače jsou vyvinuty do tradiční technologie se stejnou roztečí 75 cm v Evropě resp. 90 cm v USA. Do technologie záhonového odkamenění pro záhony 180 cm široké a po zasazení s šířkou středových brázd mezi vrcholy hrůbků 75 cm a kolejových brázd mezi vrcholy hrůbků 105 cm u nás na trhu žádné stroje nejsou. Kolejové brázdy jsou navíc přejezdy traktoru se separátorem kamenů a traktoru s dvouřádkovým sazečem proti středovým brázdám mnohem více ztuhlé, přestože v hloubce bývají uloženy odseparované kameny a hroudy. Ve Velké Británii byl vyvinut důlkovač jako adaptér za sazeč pro záhonové a nikoliv hrůbkové pěstování brambor (Anon. 2004). Vzhledem k výrazně vyšší erozi v kolejových brázdách proti středovým brázdám u záhonového odkamenění, ať už již z důvodu soustředění povrchového odtoku z větší plochy nebo menšího vsaku z důvodu vyššího ztuhnutí, byly v GB navrženy zcela nová konstrukční řešení důlkovačů/hrázkovačů pouze pro kolejové brázdy, např. Richard Lappage's Wonder Wheel (Anon. 2015). Tento důlkovač vytlačuje v širší kolejové brázdě za kypřícími noži dvě řady důlků zadržujících vodu se sklonem od středu brázdy k bokům hrůbků.

Materiál a metody

Sledování vlivu důlkování na velikost smyvu půdy probíhalo, z důvodu podpory inovací strojů pro protierozní ochranu půdy v rámci vývoje a ověřování hrázkovacího/důlkovacího zařízení pro odkameněné hrůbky brambor spolufinancovaného Technologickou agenturou České republiky, během dvou let ve výzkumné stanici na Valečově (Obr. 1). Při sázení byl použit funkční vzorek důlkovacího adaptéru za sazeč vyvinutý ve spolupráci Senagro a.s., VÚB s.r.o. a VÚZT v.v.i. Během vegetace v roce 2014 také prototyp protierozní plečky (šestirádkového důlkovače) do brambor vyvinuté ve spolupráci firem Kovo Novák Cítovice, VÚZT v.v.i., VÚB s.r.o. a Senagro a.s.

Obr. 1: Založení pokusu sazečem s důlkovacím adaptérem v odkameněných hrůbkách a měření smyvu ornice po dešťových srážkách



Pokus byl založen na hlinitopísčité půdě (kambizem slabě oglejená) a svahu se sklonem 5° v roce 2014 s odrůdou Linda, v roce 2015 s odrůdou Adéla. V prvním roce sázení proběhlo 25. 4. 2014 a sklizeň 9. 10. 2014, za toto období napršelo 453,9 mm vody. Porost vzešel 4. 6. a do té doby od výsadby napršelo 143,7 mm včetně jednoho přívalového deště ve fázi začátku vzcházení 26,8 mm s intenzitou 21,1 l.h⁻¹ dne 26. 5. Nať kompletně odumřela 3. 9. během deseti dnů po napadení houbou *Alternaria solani* a v období od vzejití do odumření natě napršelo 223,6 mm včetně jednoho přívalového deště ve fázi poloviny listů hnědých 29,4 mm a intenzitou 19,8 l.h⁻¹ dne 31.8. Do sklizně 9. 10. ještě napršelo 86,6 mm. Důlkování proběhlo adaptérem za sazečem a následně bylo obnoveno po prvním přívalovém dešti protierozní plečkou 2. 6. včas před zapojením natě. Během celého období od výsadby do sklizně proběhlo 19 odběrů sedimentu vždy ze tří záhonů na variantu o délce 15 m (odděleně z kolejové a středové brázdy) a tedy každý o ploše 27 m² (Obr. 1).

V druhém roce sázení proběhlo 5. 5. 2015 a sklizeň 12. 10. 2015, za toto období napršelo pouze 309,4 mm vody. Porost vzešel 10. 6. a do té doby od výsadby napršelo 73,5 mm. Nať kompletně odumřela 1. 10. (přízemní mráz). Od vzejití do odumření natě za celé období napršelo pouze 229,8 mm, včetně jednoho přívalového deště ve fázi začátku žloutnutí listů 44,3 mm a intenzitou 12,5 l.h⁻¹ dne 17. 8. Bylo to prakticky po měsíčním bezesrážkovém období od 18. 7. 2015 do 15. 8. 2015. Po třídních srážkách 16 - 18. 8., které ukončily sucho, došlo k obnovení růstu natě podstatně více u varianty s důlkováním až do jejího spálení mrazem. Od odumření natě do sklizně 12. 10. ještě napršelo 6,1 mm. Důlkování bylo provedeno adaptérem za sazečem, a protože do zapojení natě žádný přívalový déšť nepřišel, důlky protierozní plečkou nebyly obnovovány. Během celého období od výsadby do sklizně proběhlo 11 odběrů, vždy ze tří záhonů na variantu o délce 10 m, každý o ploše 18 m².

Výsledky a diskuse

Celkové srážky v jednotlivých obdobích vegetace a smyv půdy v roce 2014 je uveden v Tab.1.

Tab. 1: Smyv půdy v sezóně 2014 v t.ha⁻¹

Varianta	Před vzejitím	Během růstu natě	Po odumření natě	Od výsadby do sklizně
Srážky (mm)	143,70	223,60	86,60	453,90
Smyv u kontroly (t.ha ⁻¹)	8,78	15,27	8,78	32,83
Smyv u důlkování (t.ha ⁻¹)	2,68	0,62	0,60	3,90

Celkové srážky v jednotlivých obdobích vegetace a smyv půdy v roce 2015 je uveden v Tab.2.

Tab. 2: Smyv půdy v sezóně 2015 v t.ha⁻¹

Varianta	Před vzejitím	Během růstu natě	Po odumření natě	Od výsadby do sklizně
Srážky (mm)	73,50	229,80	6,10	309,40
Smyv u kontroly (t.ha ⁻¹)	0,09	24,29	0,00	24,38
Smyv u důlkování (t.ha ⁻¹)	0,01	6,46	0,00	6,47

Z naměřených dat pro první sezónu vidíme, že protierozní účinnost důlkování provedeném při sázení a obnoveném protierozní plečkou po prvním přívalovém dešti ve srovnání s kontrolou byla vyšší o 88 %. V druhé sezóně byla účinnost důlkování provedeném ale pouze při sázení 73 %. V první sezóně (91 dnů od vzejití do odumření natě) byl výnos hlíz u varianty s důlkováním proti kontrole neprůkazně vyšší o 4,6 % na úrovni 34,98 t.ha⁻¹. Ve druhé sušší sezóně (112 dnů od vzejití do odumření natě) byl výnos paradoxně prakticky stejný na úrovni

44,91 t.ha⁻¹, mezi hlízami u varianty s důlkováním bylo při sklizni mnohem více deformovaných hlíz s loupající se slupkou.

Závěr

Protierozní účinnost opakovaného důlkování v technologii pěstování brambor v odkameněných hrůbcích rámcově odpovídá účinnosti hrázkování v tradiční technologii s pěstováním v hrůbcích s roztečí 75 cm (Sokolová 1994, Olivier 2013). V případě protierozní účinnosti důlkování je zřejmé, že vedle počtu a velikosti přívalových srážek je důležitý i jejich termín. Po zapojení natě na začátku července již nelze do porostu vjíždět, a proto by mělo být důlkování ještě před zapojením preventivně obnoveno (pokud se tak nestalo dříve). Z pohledu výnosu hlíz je u varianty s důlkováním tendence k vyššímu výnosu.

Dedikace

Prezentace byla zpracována s podporou projektu TA02020123

Použitá literatura

- Witney B. D. (1984): The investigation and promotion of stone/clod windrowing for potato production systems. *Research and Development in Agriculture* 1(1):1-20.
- Vacek J., Kučírek J. (1989): Dílčí závěrečná zpráva výzkumné etapy státního úkolu vědeckotechnického rozvoje C 01-329-807-06-02 Možnosti zvýšení výtěžnosti při sklizni, úpravě a skladování. Oseva KVŠÚB Havlíčkův Brod, 29 s.
- Sokolová I. (1990): Uplatnění protierozní agrotechniky při pěstování brambor. In: Protierozní ochrana v zemědělství ve vztahu k životnímu prostředí. Praha, Český výbor zemědělské společnosti ČSVTS, 73-78.
- Sokolová I. (1994): Nové varianty půdoochranných opatření. *Úroda*, 42(9):16–17.
- Chow T. L., Rees H. W., Moodie R. L. (1992): Effects of stone removal and stone crushing on soil properties, erosion, and potato quality. *Soil Science*, 153(3):242-249.
- Fiener P., Auerswald K., Horn R., Fleige H., Peth S., Peng X. (2006): Rotation effects of potato, maize and winter wheat on water erosion from cultivated land. Catena Verlag, Reiskirchen, Germany, *Advances in Geoecology* 38, 273-280.
- Olivier C., Poulet V., Goffart J.P. (2013): Study of the effects of tied ridges on water runoff and its consequences for potato crop. In: Potato Agrophysiology 2013. Proceedings of the 2nd International Symposium on Agronomy and Physiology of Potato. Potato Research Institute Havlíčkův Brod, 55 – 61.
- Kincaid D.C., McCann I., Busch J.R., Hasheminia M. (1990): Low pressure center pivot irrigation and reservoir tillage. In: Visions of the future. Proceedings of the 3rd National Irrigation Symposium. ASAE Pub. 4-90., 54-60.
- Anon. (2004): Aqueel roller Standen Potato Planter, Simba International Limited.
- Anon. (2015): Wonder wheels stops run-off. *Potato Review*, 25(1):30-31.

Kontaktní adresa:

Ing. Josef Vacek, PhD.

Výzkumný ústav bramborářský, s.r.o.

Dobrovského 2366, 580 01 Havlíčkův Brod

vacek@vubhb.cz

VLIV ROZDÍLNÉHO ZPŮSOBU ZALOŽENÍ POROSTŮ A NOVÝCH BIOFUNGICIDŮ NA VÝNOSY A ZDRAVOTNÍ STAV JARNÍHO JEČMENE

The effect of different ways of stand establishment and new biofungicides on the yields and healthy state of spring barley

Vach M., Hýsek J., Žabka M.

Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i. Praha

Abstrakt

V polních pokusech ve VÚRV Praha-Ruzyně, v.v.i. byl v letech 2012-2015 vyhodnocen účinek rozdílných technologií založení porostů v kombinaci s různými formami aplikace nových účinných biofungicidů na hospodářské výnosy a zdravotní stav jarního ječmene. Kromě klasického zpracování půdy a setí bylo použito přímého setí do nezpracované půdy bez mulče a setí do mělce zpracované půdy se zapravenými rozdrčenými zbytky předplodiny ozimé pšenice. Výsledky prokázaly, že oproti klasickému způsobu založení porostů byla vyšší produkce zrna dosažena při využití obou způsobů půdoochranných technologií. Byl vyhodnocen účinek rozdílných forem aplikace nových biofungicidů a jejich vliv na redukci houbových chorob jarního ječmene.

Klíčová slova: jarní ječmen; pěstitelské technologie; biofungicidy; houbové choroby

Abstract

In the period 2012-2015 on field trials in CRI Prague-Ruzyně the influence of different technologies of crop stand establishment in combination with various methods of selected biofungicides applications on grain yields and health state of spring barley was evaluated. Extra conventional soil tillage and sowing, direct drilling into no tilled soil without mulch and sowing into shallowly loosened soil with incorporated plant residues of pre-crop winter wheat were used. In the average of evaluated years, the results showed higher production of grain in variants with minimization technologies, especially in no tillage with mulch of pre-crop, compared with conventional soil tillage. Applied biofungicides favourably influenced the health state of plants, and depressed fungi diseases on the leaves of spring barley.

Key words: spring barley; crop production technologies; biofungicides; maladies fungi

Úvod

V několika posledních letech dochází v ČR k výraznějším změnám ve využívání novějších pěstitelských technologií ve zpracování půdy a zakládání porostů polních plodin. Stále ve větší míře se uplatňují minimalizační a půdoochranné technologie, při nichž dochází k redukci intenzity a hloubky zpracování půdy a zároveň je efektivně využívána organická hmota. Ta se buď mělce zapravuje do půdy, nebo slouží k zakrývání jejího povrchu v podobě mulče z posklizňových zbytků předplodin nebo ze strniskových meziplochin za účelem uchování půdní vláhy. Z důvodů nižšího počtu prováděných agrotechnických opatření ale následně dochází k vyššímu nebezpečí výskytu houbových chorob. Proto se v zemědělské praxi stále více rozšiřuje používání biofungicidů, které mají schopnost bez negativního vlivu na půdní prostředí potlačovat parazitickou mykoflóru. Cílem práce bylo vyhodnotit při rozdílných pěstitelských technologiích účinek vybraných biofungicidů na výnosy zrna a míru ovlivnění zdravotního stavu jarního ječmene.

Materiál a metody

V letech 2012-2015 byly vyhodnoceny tři rozdílné technologie zpracování půdy a založení porostů jarního ječmene odrůdy Sebastian:

- A - klasický způsob zpracování půdy a setí
- B - přímé setí do nezpracované půdy bez mulče

C - setí do mělce zpracované půdy diskovým podmiťákem se zapravenými rozdrčenými zbytky předplodiny ozimé pšenice

Sledovány a vyhodnoceny byly biopreparáty: Gliorex (obsahující konidie hub rodů *Clonostachys* a *Trichoderma*), Trianum P (*Trichoderma harzianum*) a Koni (účinná houba *Coniothyrium minitans*). Bylo vyhodnoceno působení těchto přípravků homogenizovaných jednak ve směsi s osivem, s minerálním hnojivem LAV při přihnojení porostů (včetně kontrolní varianty bez biopřípravků), a kromě Gliorexu také ve formě postřiku na počátku sloupkování jarního ječmene. U jednotlivých variant (viz tab.1) bylo použito 3-5 g biofungicidu na 1 kg osiva, resp. 1 kg hnojiva; v případě aplikace ve formě postřiku 3 g biopreparátu na 1 litr vody.

Od roku 2014 byl navíc v polních podmínkách zkoušen zcela nový podpurný preparát ve formě suchého mořidla, který má prokazatelně antiseptické vlastnosti a působí proti bakteriím a fytopatogenním houbám na povrchu zrna. Jde o právně chráněnou směs účinné složky z rostliny *Litsea cubeba* a vhodných nosičů ze skupiny solí fulvokyselin a huminových kyselin v určitém poměru; použitá koncentrace byla 20 g přípravku na 1 kg osiva. V pokusech byl kromě výnosu zrna jarního ječmene vyhodnocen také účinek aplikovaných biofungicidů na redukci nejrozšířenějších fytopatogenních hub rodů *Rhynchosporium*, *Septoria* a *Drechslera*. Ve stěrech z povrchu rostlin byly vzorky odebírány v měsíčních intervalech.

Výsledky a diskuse

Z tab.1 je patrné, že v průměru sledovaných let byly zaznamenány vyšší výnosy zrna jarního ječmene při využití půdoochranných technologií (+ 4,5 %, resp. + 3,2 %) v porovnání s variantami s klasickým způsobem založení porostů. Nejvyšší výnosy zrna (8,16 t.ha⁻¹) i nejvyšší přírůstky výnosů oproti kontrolní variantě (0,66 t.ha⁻¹, tj. + 8,8 %) byly zjištěny na parcelách s přímým výsevem do nezpracované půdy a osivem ošetřeným přípravkem Gliorex formou suchého moření osiva – (var.7).

Tab. 1. Výnos zrna jarního ječmene z hodnocených variant (průměr let 2012-2015)

Varianta		Jarní ječmen					
		A		B		C	
		(t.ha ⁻¹)	(%)	(t.ha ⁻¹)	(%)	(t.ha ⁻¹)	(%)
1.	kontrola	7,22	100,0	7,50	100,0	7,42	100,0
2.	hnojivo + Gliorex	7,71	106,8	8,08	107,7	7,95	107,2
3.	hnojivo + Trianum P	7,65	105,9	7,98	106,4	7,96	107,3
4.	hnojivo + Koni	7,53	104,3	7,88	105,1	7,84	105,7
5.	postřik Trianum P	7,63	105,7	7,91	105,4	7,88	106,1
6.	postřik Koni	7,45	103,2	7,86	104,8	7,78	104,7
7.	osivo + Gliorex	7,78	107,8	8,16	108,8	7,94	107,0
8.	osivo + Trianum P	7,72	106,9	8,05	107,3	7,88	106,2
9.	osivo + Koni	7,58	105,0	7,94	105,9	7,80	105,1
Průměrný výnos zrna:		7,59		7,93		7,83	
Účinek biofungicidů:			105,7		106,4		106,2
Vliv způsobu zpracování půdy:		100 %		104,5 %		103,2 %	

Nepatrně nižší výnosy zrna byly dosaženy opět na parcelách s přímým setím do nezpracované půdy a s Gliorexem ve směsi s hnojivem LAV (var.2), a také u variant s biofungicidem Trianum P (var.8 a 3). Tyto výše uvedené výnosové výsledky byly na základě propočítané

minimální průkazné difference statisticky významné (viz tab. 2). Obdobně Procházková a kol. (2006) stejně jako Javůrek a kol. (2011) zaznamenali především v suchých letech na půdách typu luvizem vyšší produkci zrna obilnin v půdoochranných variantách, oproti výnosům, získaných při konvenčním zpracování půdy. Účinek aplikace biofungicidů byl v jednotlivých letech poměrně vyrovnaný a pohyboval se v průměru od + 5,7 % při klasickém zpracování půdy do 6,4 % při přímém setí do nezpracované půdy bez mulče.

V letech 2014 a 2015 jsme zaznamenali velice nadějně výsledky u experimentálního produktu z extraktu rostlin druhu *Litsea cubeba*. I když jsme jeho použitím nezjistili významné zvýšení výnosu zrna jarního ječmene vzhledem ke kontrolním variantám, díky složení preparátu a jeho aplikací na povrch semen jsme zjistili redukci výskytu patogenních hub na povrchu a v okolí semen, především v době klíčení. Na takto ošetřených variantách jsme oproti neošetřené kontrole pozorovali nižší výskyt především *Rhynchosporium secalis* a *Septoria* sp. Jeho pozitivní účinek byl dlouhodobější, do budoucna by se mohl uplatnit jako prevence proti infekčnímu tlaku fytopatogenních hub v půdě.

Tab. 2. Minimální průkazná difference

* označuje významně odlišné páry. Homogenní podskupiny jsou ve vertikálních sloupcích

a) Pro výnos zrna, tříděno **podle technologie zpracování půdy** min. difference = 0,179

Skupina	příp.	průměr	klasický způsob	nezpracovaná půda	mělce zpracovaná půda	
klasický způsob	12	7,586		*	*	
nezpracovaná půda	12	7,929	*			
mělce zpracovaná půda	12	7,828	*			

b) Pro výnos zrna, tříděno **podle druhu biofungicidů** min. difference = 0,106

Skupina	příp.	průměr	kontrola	Koni	Trianium P	Gliorex	
kontrola	12	7,380		*	*	*	
Koni	12	7,740	*		*	*	
Trianium P	12	7,851	*	*			
Gliorex	12	7,937	*	*			

Na parcelách s redukováním zpracováním půdy byl podle předpokladu zjištěn silnější výskyt hodnocených patogenních hub, avšak po aplikaci zkoušených biofungicidů došlo v průměru sledovaných let oproti parcelám s klasickou technologií k výraznějšímu potlačení hub rodů *Rhynchosporium*, podle bonitační stupnice napadení chorobami – podle ÚKZÚZ o 8-10 % a *Septoria* o 5 %. Podobné závěry s využitím houby *Trichoderma harzianum* u obilnin uvádí také (Weber a kol., 2001). Touto problematikou se také podrobně zabýval Vinale et al. (2008), který u houby *Trichoderma harzianum* prokázal nejvyšší inhibiční účinek ze všech mikrobiálních preparátů, a to jak v inhibici klíčení sporangii, tak v inhibici růstu mycelia. Izoláty z rodu *Trichoderma* se používají k ochraně různých druhů plodin, ale i v případě nepřítomnosti patogena mohou stimulovat růst rostlin. Výhodou této houby je rychlý růst a velké množství enzymů degradujících polysacharidy, čímž se nabízí možnost jednoduchého a levného substrátu pro produkci biomasy. Ve větším rozsahu jsou v poslední době využívány kmeny rodu *Clonostachys* proti plísni šedé (Sutton, J.C. 2008). Pacholczyk et al. (2015) použili dva biofungicidy, které byly založené na přirozených látkách k podpoře rhizogeneze prýtlů *Cortinus cogggyria*. Uvedené biopreparáty dezinfikují rovněž povrch osiva a omezují

tak růst mikromycet na povrchu i v zárodku semen. V poslední době jsou k ochraně rostlin proti škodlivým činitelům používány extrakty z rostlin (Žabka a Pavela 2014).

Závěr

Z dosažených výsledků lze shrnout, že ve srovnání s klasickým způsobem zpracování půdy a zakládání porostů jarního ječmene byl dosažen vyšší výnosy zrna na parcelách s přímým výsevem do nezpracované půdy (+ 4,5 %), i setím do mělce zpracované půdy se zapravenými rostlinnými zbytky předplodiny (+ 3,2 %). Použití nových vybraných biofungicidů v rozdílných formách aplikace mělo pozitivní vliv na hospodářskou produkci i zdravotní stav jarního ječmene, především potlačením fytopatogenních hub rodu *Rhynchosporium* a *Septoria*. Přírůstky výnosů se po jejich aplikaci pohybovaly v průměru let od 3,2 % do 8,8 %, nejvyšší výnosový efekt byl zaznamenán zejména u přípravku Gliorex a také Trianum P. Biopreparáty na bázi extraktů z rostlin mohou být do budoucna efektivními přípravky ve formě mořidla, kde mohou částečně nahradit chemické přípravky a tím účinněji chránit půdní prostředí.

Dedikace

Tento příspěvek byl finančně podpořen projektem MZe ČR – RO0415 a NAZV – QJ1210008

Použitá literatura

- Javůrek, M. et al. (2011): Hodnocení dlouhodobého efektu půdoochranných technologií na výnosy ozimé pšenice a vlastnosti půdy typu luvisol: Úroda, 59 (12):355-358.
- Pacholczyk, A., Petelewicz, P., Jagiello-Kubiec, K. Ilczuk, A. (2015): The effect of two biopreparations on rhizogenesis in stem cuttings of *Cortinus coggia* Scop. Eur.J.Hortic.Sci. 80 (4):183–189.
- Procházková, B. et al. (2006): Minimalizační technologie zpracování půdy u ozimé pšenice. Úroda, 54 (9):14-15.
- Sutton J.C. et al. (2008): Evaluation of the fungal endophyte *Clonostachys rosea* as an inoculant to enhance growth, fitness and productivity of crops plants. Acta Horticulturae (ISHS) 782: 279-286.
- Vinale, F. et al. (2008): Trichoderma – plant – pathogen interactions. Soil Biology and Biochemistry 40:1-10.
- Weber, et al. (2001): Influence of the mode of tillage on diseases of culm base in some winter wheat varieties, oats and spring wheat. Journal of Phytopathology, 149:185-188.
- Žabka, M., Pavela R. (2014): Přípravek na ochranu před houbami z rostlin rodu *Litsea*. Užitný vzor, UPV, číslo zápisu 27124.

Kontaktní adresa:

Ing. Milan Vach, CSc.

Výzkumný ústav rostlinné výroby Praha - Ruzyně, v.v.i., Drnovská 507

161 06 Praha 6 - Ruzyně

e-mail: vach@vurv.cz

DLOUHODOBÝ ÚČINEK ODLIŠNÉHO ZPRACOVÁNÍ PŮD na PRODUKCI HLAVNÍCH OBILNIN

The long-term effect of different tillage systems on grain yields of main cereals

Vach M., Stražil Z.

Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i. Praha

Abstrakt

V dlouhodobém polním pokusu na stanovišti v Ruzyni byl hodnocen vliv rozdílného způsobu zpracování půdy a stupňovaných dávek N na výnosy zrna ozimé pšenice a jarního ječmene. Založení porostů: 1. - klasickou technologií; 2. - přímým výsevem do nezpracované půdy bez mulče a 3. - setím do půdy s mělce zapravenými posklizňovými zbytky předplodiny. V průměru let 2006-2014 byly oproti klasické technologii, bez ohledu na použité hnojení N, zjištěny průkazné vyšší výnosy zrna ozimé pšenice na variantě s mělce zapravenou biomasou o 13,7 % (9,12 t.ha⁻¹) a u technologie s výsevem do nezpracované půdy o 9,0 % (8,74 t.ha⁻¹). Obdobně u jarního ječmene byly na identických variantách zjištěny hodnoty + 6,1 % (7,51 t.ha⁻¹), resp. + 5,9 % (7,50 t.ha⁻¹) v porovnání s klasickou technologií (7,08 t.ha⁻¹). Při porovnání stupňovaných dávek N (u pšenice od 50 do 150 kg.ha⁻¹, u ječmene od 30 do 90 kg.ha⁻¹) nebyly v produkci zrna obou plodin zjištěny průkazné rozdíly.

Klíčová slova: rozdílné zpracování půdy; hnojení N; ozimá pšenice; jarní ječmen; produkce zrna

Abstract

The effect of different tillage techniques and various doses of nitrogen on grain yields of winter wheat and spring barley was examined in the long term field experiments at site Ruzyně. The stand establishments were following: conventional technology, no tillage without mulch, minimum tillage with incorporated post harvest residues of preceding crop. On the average of experimental period 2006-2014 there were observed (regardless N fertilization) in both cereals significantly higher grain yields on plots with minimum tillage with incorporated post harvest residues. On these plots the grain yields of winter wheat were higher by 13.7 % (9.12 t.ha⁻¹) and in no tillage without mulch by 9.0 % (8.74 t.ha⁻¹) compared to conventional technology (8.02 t.ha⁻¹). The respective yield increases of 6.1 % (7.51 t.ha⁻¹) and 5.9 % (7.50 t.ha⁻¹) compared to conventional technology (7.08 t.ha⁻¹) were detected in spring barley. Doses of N fertilizers in winter wheat (varying from 50 to 150 kg.ha⁻¹) and in spring barley (varying from 30 to 90 kg.ha⁻¹) did not effect significantly grain yields.

Key words: different soil tillage; N fertilization; winter wheat; spring barley; grain production

Úvod

Příčinou stále více se rozšiřujících minimalizačních a půdoochranných technologií ve zpracování půdy a zakládání porostů polních plodin je zejména jejich příznivý vliv na hospodaření s půdní vláhou, tj. snížení ztrát vody při nižší intenzitě zpracování půdy, omezení neproduktivního výparu vody z půdy využitím mulče, redukce vodní i větrné eroze i omezení vyplavování dusíku. Cílem zvoleného systému pěstební technologie na konkrétním stanovišti by mělo být dosažení stabilní struktury ornice i podorničí, neboť racionální hospodaření s organickou hmotou při zpracování půdy je základem udržitelnosti a setrvalosti zemědělské produkce (Kubát, 1999; Kukal et al. 2009). Půdoochranné metody pěstování plodin za použití mulče z posklizňových zbytků předplodin, s využitím meziplovin i dalších forem hospodaření s organickou hmotou by mohly výrazně přispět k vyšší úrodnosti půdy i zdravějšímu půdnímu prostředí (Hůla, Procházková et al. 2008).

Materiál a metody

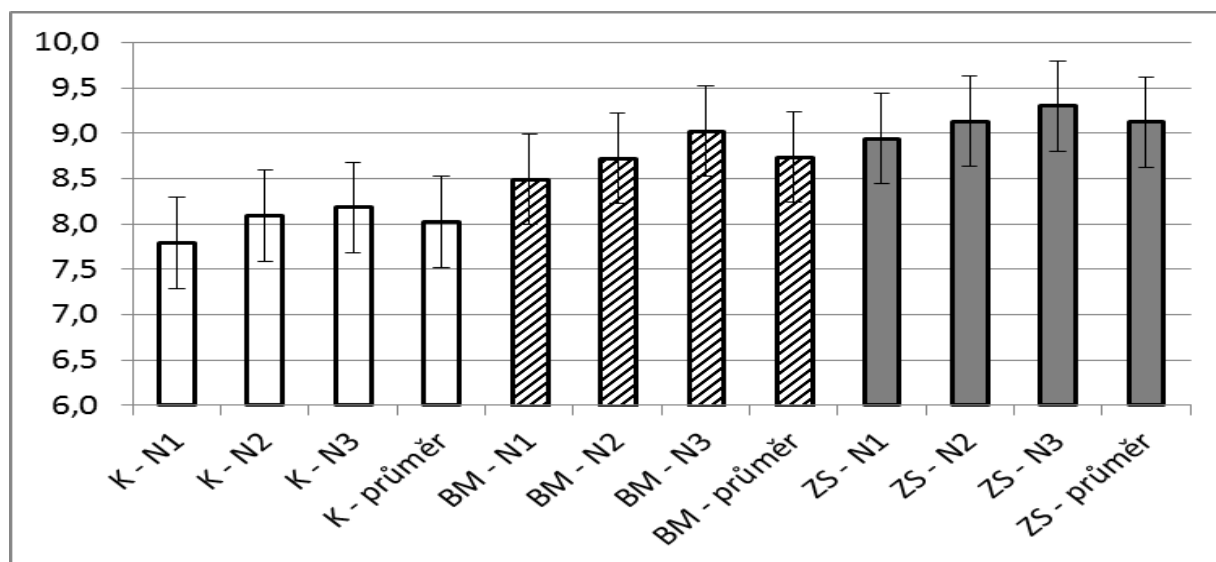
Dosažené výsledky z let 2006-2014 pocházejí z dlouhodobého polního pokusu založeného v r.1995 v Praze-Ruzyni (jílovitohlinitá půda typu luvisol, průměrná roční teplota vzduchu

8,2°C, roční úhrn srážek 477 mm). Pokus byl založen jako krátký oseední postup (pšenice ozimá, ječmen jarní, hořčice bílá) s odlišnými technologiemi zpracování půdy a založení porostu, velikost parcel 24 m², počet opakování 4. Kromě klasického způsobu (K), který představuje střední orbu do 0,2 m, běžnou přípravu půdy kombinátorem včetně setí, dále přímého setí do nezpracované půdy bez mulče (BM), byla používána půdoochranná technologie - setí do mělce zkyplené půdy do 0,1 m se zapravenými posklizňovými zbytky předplodiny (ZS). Setí ve všech variantách bylo provedeno secím strojem John Deere 750A. U ozimé pšenice byla použita odrůda Cubus, aplikovány byly stupňované dávky dusíku (50, 100 a 150 kg.ha⁻¹), u jarního ječmene odrůdy Sebastian byly dávky N 30, 60 a 90 kg.ha⁻¹. Podle metodické příručky pro ochranu rostlin byly v případě potřeby aplikovány účinné pesticidy.

Výsledky a diskuse

Z grafu 1 je zřejmé, že v průměru devíti hodnocených let bylo nejvyšších výnosů zrna ozimé pšenice dosaženo na půdoochranných variantách s mělce zapravenou rozdrčenou slámou a posklizňovými zbytky předplodiny hořčice bílé (9,12 t.ha⁻¹), tj. +13,7 % vzhledem ke kontrolní konvenční variantě (8,02 t.ha⁻¹). Tyto výsledky byly statisticky průkazné, stejně jako výnosy, získané na parcelách s přímým setím do nezpracované půdy bez mulče (8,74 t.ha⁻¹), tj. + 9,0 %. Z výsledků analýzy rozptylu (viz tab. 1) je patrné, že kromě rozdílného způsobu zpracování půdy byl na výši hospodářské produkce ozimé pšenice i jarního ječmene statisticky vysoce průkazný vliv ročníkových výkyvů. Např. rozdíl výnosů zrna v roce 2011 oproti extrémně nízkým výnosům v roce 2012 byl bez ohledu na způsob zpracování půdy a hnojení dusíkem až 2,93 t.ha⁻¹. Oproti nejnižší dávce dusíku 50 kg.ha⁻¹ zvyšovaly dávky N ve výši 150 kg.ha⁻¹ výnosy zrna ozimé pšenice nejvíce u varianty bez zpracování půdy o 6,2 %, u konvenční varianty o 5,0 % a nejméně (o 4,0 %) u parcel s redukováním zpracováním půdy.

Graf 1 Vliv rozdílného zpracování půdy a hnojení N na výnosy zrna pšenice ozimé (t.ha⁻¹) (průměr let 2006-2014)



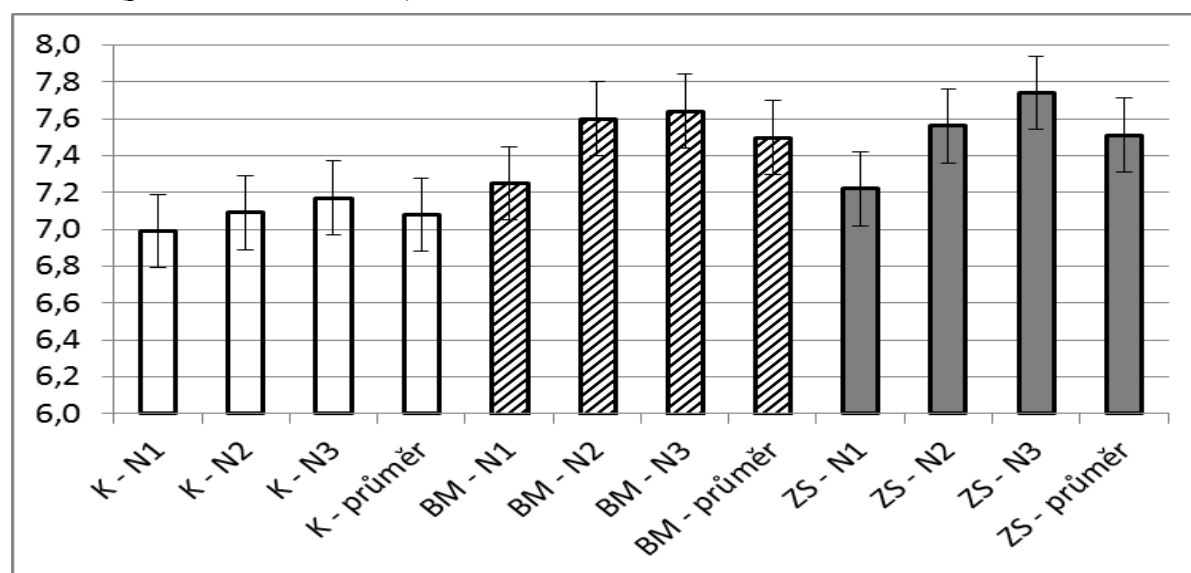
Poznámky: K - klasická technologie; BM - přímý výsev do nezpracované půdy bez mulče;
ZS - setí do půdy s mělce zapravenými posklizňovými zbytky předplodiny hořčice bílé
Hnojení N: N1=50, N2=100, N3=150 (kg.ha⁻¹)

Nejvyšší výnosy zrna jarního ječmene (graf 2) byly v průměru devíti let dosaženy (stejně jako u ozimé pšenice) na variantě s mělce zapravenými zbytky předplodiny (7,51 t.ha⁻¹) a na parcelách bez zpracování půdy (7,50 t.ha⁻¹); výrazně nižší pak při konvenční technologii (7,08

t.ha⁻¹). Účinek dusíkatého hnojení při nejvyšší dávce 90 kg.ha⁻¹ oproti nejnižší dávce 30 kg.ha⁻¹ se projevil zvýšením výnosu zrna na variantě s redukováným zpracováním půdy o 7,2 %, u bezorebné technologie bez mulče o 5,4 % a nejméně při klasické technologii (o 2,6 %).

Průběh počasí v hodnocených letech, kdy byly v období tvorby výnosových prvků obilnin zaznamenány většinou nižší dešťové srážky v porovnání s dlouhodobým průměrem, spíše vyhovoval minimalizačním a půdoochranným technologiím, které jsou schopny lépe hospodařit s vodou v půdě. K podobným výsledkům dospěl také Javůrek a kol. (2011), který zaznamenal především v sušších letech na půdách typu luvisol vyšší produkci zrna obilnin v půdoochranných variantách, oproti výnosům, dosaženým při konvenčním zpracování půdy. Na základě získaných výsledků uvádí, že kvalitní organická hmota, aplikovaná v rámci využívání půdoochranných technologií do orničního profilu, zlepšuje fyzikální vlastnosti půdy, tj. snižuje objemovou hmotnost, zvyšuje pórovitost, kapilární vodní i vzdušnou kapacitu. Hůla, Procházková a kol. (2008) zdůrazňují, že vhodnějším zdrojem organické hmoty v půdoochranných systémech je biomasa strniskových meziplodin, než zapravená drcená sláma. Při přímém zakládání porostů do nezpracované půdy je však třeba zabezpečit, aby mulč na povrchu půdy nebyl vytvořen z příliš silné vrstvy slámy a plev. Mělkým zapravením většího množství organické hmoty, zejména slámy, může dojít k narušení kontaktu osiva s půdou a k následnému omezení přívodu vody, potřebné k vyklíčení osiva.

Graf 2 Vliv rozdílného zpracování půdy a hnojení N na výnosy zrna ječmene jarního (t.ha⁻¹) (průměr let 2006-2014)



Poznámky: K - klasická technologie; BM - přímý výsev do nezpracované půdy bez mulče;
ZS - setí do půdy s mělce zapravenými posklizňovými zbytky předplodiny pšenice ozimé
Hnojení N: N1=30, N2=60, N3=90 (kg.ha⁻¹)

Při dlouhodobém využívání technologií s redukováným zpracováním půdy, dochází v horních vrstvách ornice ke kumulaci méně pohyblivých živin v půdním roztoku a k jejich deficitu ve spodních orničních horizontech. S tímto zjištěním je proto nutné počítat při hnojení porostů a dávky N volit s ohledem na rozdílnou účinnost hnojení, aplikovaného do půdy zpracované konvenčně, minimalizací, případně do půdy vůbec nezpracované. Z našich i zahraničních publikací je známo (např. Zimolka a kol., 2005; Vaněk a kol., 2007; Vogeler a kol., 2009), že efektivní využití dusíkatého hnojení závisí především na druhu půdy, obsahu organických látek v půdě a její biologické aktivitě, pH půdy a rozložení dešťových srážek během vegetace. Zpracování půdy má poměrně výrazný vliv na ukládání uhlíku v půdě a jeho uvolňování ve formě CO₂ z půdy do atmosféry. West a Post (2002) uvádějí, že k dosažení maximálního

obsahu uhlíku v půdě dochází pátým až desátým rokem od přechodu na bezorebný systém a rovnovážný stav nastává 15 až 20 let po změně způsobu hospodaření.

Tab. 1 Analýza rozptylu hodnocených ukazatelů u sledovaných obilnin

Ukazatel		výnos zrna ozimé pšenice	výnos zrna jarního ječmene
zdroj variability	st. volnosti	průměrný čtverec	průměrný čtverec
zpracování půdy	2	33,287**	6,516*
rok	8	61,002**	75,594**
hnojení N	2	4,668	4,331

**P < 0,01; * P < 0,05

Závěr

Z devítiletých výsledků polních pokusů lze shrnout, že nejvyšších výnosů zrna ozimé pšenice i jarního ječmene bylo v průměru dosaženo na půdoochranných variantách s mělce zapravenými posklizňovými zbytky předplodin. Nižší produkce zrna obou obilnin byla zjištěna na parcelách s přímým setím osiva do nezpracované půdy a nejnižší výnos byl dosažen při konvenční technologii. Z dlouhodobého vyhodnocení pokusů lze konstatovat, že po osmi až desetiletém období, kdy se na pozemcích s minimalizačními a půdoochrannými technologiemi postupně stabilizovaly mikrobiální a půdní poměry, což bylo již dříve potvrzeno nárůstem hodnot indikátorů půdní kvality, se začaly výrazněji projevovat jejich pozitivní účinky na hospodářské výnosy obilnin.

Dedikace

Tento příspěvek byl finančně podpořen projektem NAZV – QJ1210008 a MZe ČR – RO 0415

Použitá literatura

- Hůla, J., Procházková, B. et al. (2008): Minimalizace zpracování půdy. Profi Press, Praha, 246 s.
- Javůrek, M., Mikanová, O., Vach, M. (2011): Hodnocení dlouhodobého efektu půdoochranných technologií na výnosy ozimé pšenice a vlastnosti půdy typu luvisol. Úroda, 12: 355-358.
- Kubát, J. (1999): Udržování vyrovnané bilance půdní organické hmoty v půdě. Metodika pro zemědělskou praxi. Praha, ÚZPI, 30 s.
- Kukal, S.S., Rehana-Rasool, Benbi, D.K. (2009): Soil organic carbon sequestration in relation to organic and inorganic fertilization in rice-wheat and maize-wheat systems. Soil and Tillage Research, 102(1): 87-92.
- Vaněk, V., Balík, J., Pavlíková, D., Tlustoš, P. (2007): Výživa polních a zahradních plodin. Profi Press, Praha, 176 s.
- Vogeler, I., Rogasik J., Funder U., Panten K., Schnug E. (2009): Effect of tillage systems and P- fertilization on soil physical and chemical properties, crop yield and nutrient uptake. Soil and Tillage Research, 103 (1):137-143.
- West, T.O., Post, W.M. (2002): Soil organic carbon sequestration rates by tillage and crop rotation: a global data analysis. Soil Sci. Soc. of America Journal, 66: 1930-1946.
- Zimolka, J. a kol. (2005): Pšenice – pěstování, hodnocení a užití zrna. Profi Press, Praha, 184 s.

Kontaktní adresa:

Ing. Milan Vach, CSc.

Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Drnovská 507, 161 06 Praha 6 - Ruzyně

e-mail: vach@vurv.cz

HYDROFYZIKÁLNÍ VLASTNOSTI REGOZEMĚ ARENICKÉ SEDM LET PO APLIKACI PŮDNÍCH POMOCNÝCH LÁTEK

Hydrophysical properties of Haplic Arenosol Dystric seven years after soil conditioners application

Vlček V., Hybler V., Pospíšilová L., Hábová M., Jandák J.

Mendelova univerzita v Brně

Abstrakt

Sledovali jsme efekt působení přípravku Agrisorb, lignitu a zeolitu na hydrofyzikální vlastnosti regozemě arenické. Dlouhodobý pokus probíhal v průběhu let 2008 – 2015 na lokalitě Ratíškovice (ČR). Jedná se o půdu zrnitostně lehkou, s nízkým obsahem humusu, sorpční kapacitou a retenční schopností. Hydrofyzikální vlastnosti půdy byly stanoveny v neporušených vzorcích, odebraných do fyzikálních válečků. Statistické zpracování dat bylo provedeno pomocí jedno faktorové analýzy ANOVA a Tukey testu (STATISTICA 8.9). Výsledky ukázaly, že aplikace pomocných půdních látek se po sedmi letech dlouhodobého pokusu projevila vesměs neprůkazně na hydrofyzikálních vlastnostech půdy (retenční vodní kapacita, maximální kapilární vodní kapacita, pórovitost, objemová hmotnost suché zeminy, půdní vlhkost) ve vztahu ke kontrole. Statisticky průkazné rozdíly byly zaznamenány při srovnání s hydrofyzikálními vlastnostmi v roce 2009, tedy rok po aplikaci PPL.

Klíčová slova: regozem, půdní pomocné látky

Abstract

The effect of Agrisorb, lignite and zeolite on hydro physical properties was studied in Haplic Arenosol Dystric on Aeolic material (Ratíškovice, Czech Republic) during the period 2008 – 2015. Soil was light textured, with low humus content, low nutrients content, low sorption capacity, and low water holding capacity. Hydro-physical parameters were determined using core samples. One Way ANOVA analysis and Tukey test (STATISTICA 8.9) were used for statistical evaluation. Results showed that effect of selected soil conditioner on to hydro physical properties was not statistically significant. Statistically significant results were determined only first year (2009) after soil conditioners application.

Key words: Arenosol, soil conditioners

Úvod

Půdní pomocné látky (PPL) v současnosti představují poměrně pestrou skupinu látek, které mohou významným způsobem ovlivňovat nejen půdní prostředí, ale i samotné rostliny. Jak uvádějí někteří autoři (Chen et al., 2004, Salaš a kol., 2012), mají mít tyto látky příznivý vliv na chemické, fyzikální a biologické vlastnosti půdy a tím pomáhat rostlinám zvládat stres. Určitým negativem je v případě PPL jejich cena a délka působení (Jandák a kol., 2014). V rámci polního pokusu (2008 – 2012), který probíhal na lokalitě Ratíškovice (okr. Hodonín), již dnes dochází ke kritickému nedostatku vody ve vegetačním období. Jedná se o velmi suchou a teplou Jižní Moravu, kde jsme se zabývali možnostmi využití PPL, autochtonních dřevin a méně známých suchovzdorných travin a jetelovin jako možného vhodného řešení pro rekultivaci právě těchto výsušných, resp. zrnitostně lehkých půd v rámci možné aridizace klimatu.

V této práci hodnotíme vliv vybraných PPL (Agrisorb, zeolit a lignit) na hydrofyzikální vlastnosti půdy sedm let po jejich aplikaci (2015).

Materiál a metody

Půdní typ byl klasifikován podle Němečka a kol. (2001 a 2011) jako *regozem arenická*, písčité, na navátém písku. Půdní sonda byla lokalizována na N 48°52', E 17°07'. Klimaticky se jedná o oblast velmi teplou a suchou s průměrným ročním úhrnem srážek 500 až 600 mm.

Roční průměrná teplota vzduchu je 9,3°C. Pokusná plocha byla založena metodou bloků ve třech opakováních. Velikost jednoho bloku byla přibližně 1,04 ha. Rozměr každé pokusné parcely (varianty) pak 36 x 24 m. Celková plocha pokusu byla téměř 5,2 ha. Aplikace PPL probíhala na začátku května 2008 po provedení standardní přípravy půdy a půdní kondicionéry byly zapraveny do hloubky 15 cm kompaktozem. Popis půdního profilu před založením experimentu a podrobnou charakteristiku PPL uvádí Jandák a kol. (2014). Dávkování v roce 2008 bylo následující:

- Agrisorb byl aplikován v dávce 20 g/m² (tj. 200 kg/ha) pomocí rozmetadla ECHO-SP-125,
- Lignit – neupravený, pouze podrcený, aplikován v dávce 1 kg/m² (tj. 10 tun /ha), vzhledem k většímu rozměru částic byl použit starší typ rozmetadla.
- Zeolit, aplikován v dávce 3 litry/m² (tj. 30 m³/ha, použitá frakce 1–2 mm), rozmetán s využitím traktoru Deutz-Fahr.

Odběry vzorků byly provedeny z horizontu Ao (8 – 15 cm). Pro stanovení fyzikálních vlastností, vodního a vzdušného režimu půdy, byly odebírány půdní vzorky v neporušeném stavu do tzv. Kopeckého fyzikálních válečků. Z dalších fyzikálních vlastností byla zjišťována měrná hmotnost půdy standardně pomocí pyknometru Gay-Lussac a zrnitostní složení půdy pipetovací metodou (Jandák a kol. 2010).

Výsledky a diskuse

Výsledky v době ukončení polního pokusu v roce 2012

Retenční vodní kapacita (RVK): z výsledků je patrné, že při souborném hodnocení variant není průkazný rozdíl mezi RVK v kontrole a po aplikaci PPL. Rozdíl mezi kontrolou je průkazný pouze po aplikaci Agrisorbu, průměrné hodnoty RVK po aplikaci zeolitu i lignitu jsou sice vyšší než u kontroly, jedná se však o neprůkazné rozdíly. Obecně byly hodnoty RVK nízké až velmi nízké i po aplikaci PPL.

Maximální kapilární vodní kapacita (MKK): průměrné hodnoty MKK po aplikaci Agrisorbu, zeolitu nebo lignitu jsou sice vyšší než u kontroly, statisticky se však jedná o neprůkazné rozdíly. Ke zcela opačným výsledkům přišli Bušinová a Pekař (2008), kteří poukazují na vysokou schopnost lignitu absorbovat vodu, zadržovat ji a působit pozitivně na vodní režim půdy. Předpokládáme, že rozdíl souvisí s dávkou aplikovaného lignitu, a s formou, v jaké je do půdy dodáván (neupravovaný, drčený, případně hydrogel).

Objemová hmotnost suché zeminy (OHR): průměrné hodnoty OHR po aplikaci Agrisorbu, zeolitu i lignitu jsou nižší než v kontrole, jedná se však o neprůkazné rozdíly.

Průměrné hodnoty pórovitosti: po aplikaci zeolitu i lignitu jsou sice vyšší než u kontroly, jedná se však o neprůkazné rozdíly. Při souhrnném hodnocení vlivu PPL na pórovitost je sice průměrná hodnota pórovitosti po aplikaci Agrisorbu vyšší než v kontrole, nicméně jedná se o neprůkazný rozdíl.

Okamžitá vlhkost půdy: u žádné ze sledovaných variant nedošlo k průkaznému ovlivnění vlhkosti půdy aplikovanými PPL.

Výsledky v roce 2015 (sedm let od aplikace PPL a tři roky od ukončení polního pokusu).

Hodnoty retenční vodní kapacity: ve všech případech nízké až velmi nízké i po aplikaci PPL. Při srovnání s rokem 2009 však pokles není statisticky průkazný (u žádné z PPL), největší byl zaznamenán u Agrisorbu.

Maximální kapilární vodní kapacita (MKK): průměrné hodnoty MKK po aplikaci Agrisorbu, zeolitu i lignitu jsou v roce 2015 sice stále o něco vyšší než u kontroly, statisticky se však stále jedná o neprůkazné rozdíly. Největší rozdíl je v současnosti mezi aplikací Agrisorbu (MKK 25,5 %) a kontrolou (MKK 22,7 %). Oproti minulosti došlo nicméně ke statisticky

průkaznému poklesu všech hodnot vč. kontroly, přičemž nejvyšší pokles nastal u Agrisorbu o takřka 6,4 %.

Objemová hmotnost redukována suché zeminy (OHR): průměrné hodnoty OHR po aplikaci PPL jsou stejné (Agrisorb) nebo nižší (zeolit, lignit) než u kontroly, jedná se však o neprůkazné rozdíly, všechny hodnoty se pohybovaly v rozmezí 1,42–1,44 g/cm³. Oproti minulosti došlo ke statisticky vysoce významnému poklesu hodnot u všech sledovaných látek, i u kontroly. Průměrné hodnoty pórovitosti: po aplikaci všech PPL jsou v r. 2015 přibližně totožné (45,7–46,5 %) s kontrolou (45,2 %). Oproti minulosti došlo ke statisticky vysoce průkaznému zvýšení pórovitosti.

Závěr

Sledování vlivu aplikace pomocných půdních látek na fyzikální vlastnosti regozemě arenické nám dovoluje učinit tyto závěry: aplikace pomocných půdních látek se po sedmi letech dlouhodobého pokusu projevila vesměs neprůkazně na hydrofyzikálních vlastnostech půdy (retenční vodní kapacita, maximální kapilární vodní kapacita, pórovitost, objemová hmotnost suché zeminy, půdní vlhkost) ve vztahu ke kontrole. Statisticky průkazné rozdíly byly zaznamenány při srovnání s hydrofyzikálními vlastnostmi v roce 2009, tedy první rok po aplikaci PPL. S ohledem na jejich krátkou dobu působení, v průběhu trvání experimentu (2008 – 2012) a na vesměs statisticky neprůkazný vliv a dále na cenu (Agrisorb přibližně 160 000 Kč/ha, zeolit přibližně 470 000 Kč/ha a lignit přibližně 11 000 Kč/ha) je rentabilita prvních dvou přípravků na větších plochách poměrně sporná.

Dedikace

Práce vznikla s podporou projektu NAZV QJ 1210263 a MŠMT 2B08020.

Použitá literatura

- CHEN, S. L., ZOMMORODI, M., FRITZ, E. et al.: Hydrogel modified uptake of salt ions and calcium in *Populus euphratica* under saline conditions. Tree structure and functions, 2004, 18: 175-183.
- BUŠINOVÁ, P., PEKAŘ, M.: Lignite behaviour in aqueous environment. In: Pracovní setkání fyzikálních chemiků a elektrochemiků v Brně. Masarykova univerzita. 2008. 21-22. ISBN 978-80-210-4525-5.
- JANDÁK, J., a kol.: Půdoznalství. Mendelova univerzita v Brně, 2010, 143s.
- JANDÁK, J., POSPÍŠILOVÁ, L., VLČEK, V., HYBLER, V.: Vliv půdních pomocných látek na fyzikální a chemické vlastnosti půdy. FOLIA Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis, 2014. 90s.
- NĚMEČEK, J.: Taxonomický systém půd České republiky. ČZU Praha. 2001. ISBN 80-238-8061-6. 79 s.
- NĚMEČEK, J., a kol.: Taxonomický systém půd České republiky. ČZU Praha. 2011. ISBN 80-238-8061-6. 79 s.

Tabulka 1: Měrná hmotnost (SH), objemová hmotnost redukována (OHR), pórovitost (P), retenční vodní kapacita (RVK), póry semikapilární (PS), póry nekapilární (PN), vlhkost půdy okamžitá (VP), nasáklivost (N), maximální kapilární vodní kapacita (MKK), provzdušenost (A), minimální vzdušná kapacita ($A_{\min}$), bod vadnutí (BV), využitelná vodní kapacita (VKK)

Sonda	Hloubka odběru	SH	OHR	P	RVK		PS	PN	VP	NS	MKK	A	$A_{\min}$
	cm	kg.m ⁻³	kg.m ⁻³	% obj.	% obj.	% rel.	% obj.	% obj.	% obj.	% obj.	% obj.	% obj.	% obj.
C/A	8 - 15	2630,0	1449,4	44,9	25,5	57,0	8,8	10,6	4,3	41,3	30,2	40,6	14,7
C/L	8 - 15	2640,0	1336,7	49,4	20,5	41,9	10,2	18,6	4,8	37,6	25,0	44,5	24,3
C/Z	8 - 15	2660,0	1354,2	49,1	16,8	34,2	11,9	20,4	3,6	36,5	22,2	45,5	26,8
C/K	8 - 15	2630,0	1428,5	45,7	20,3	44,6	12,5	12,9	4,9	39,4	27,1	40,8	18,6
E/K	8 - 15	2620,0	1494,1	43,0	16,3	37,9	13,9	12,7	3,8	35,9	23,8	39,2	19,2
B/K	8 - 15	2630,0	1395,4	46,9	12,9	27,6	9,8	24,3	2,9	29,7	17,1	44,1	29,8
B/A	8 - 15	2660,0	1421,4	46,6	13,4	28,8	13,3	19,8	3,6	33,9	20,9	43,0	25,7
B/L	8 - 15	2620,0	1479,0	43,6	17,7	40,7	10,3	15,5	2,9	34,1	23,5	40,7	20,1
B/Z	8 - 15	2630,0	1489,0	43,4	17,8	40,9	11,7	13,9	3,4	35,6	24,3	39,9	19,0

Vysvětlivky: B/ = plocha B (druhově bohatá směs trav, jetelovin a bylin); C/ = plocha C (jetelotrávní směs pro krajinný trávník, složená z dostupných suchovzdorných šlechtěných trav a jetelovin); E/ = plocha E (přirozená sukcese, bez aplikace PPL). /Z, A, L, K = zeolit, Agrisorb, lignit, kontrola

Tabulka 2: Porovnání vlivu PPL na vybrané hydrofyzikální vlastnosti půdy

Vlastnost	rok	Agrisorb	lignit	zeolit	kontrola
W (obj. %)	2009	5,6	3,8	4,1	4,3
	2015	4,0	3,9	3,5	3,9
Pórovitost (%)	2009	41,6	42,5	39,2	40,5
	2015	45,7	46,5	46,2	45,2
PVK (obj. %)	2009	42,2	40,3	39,7	38,7
	2015	37,6	35,9	36,0	35,0
MKVK (obj. %)	2009	31,9	28,1	27,2	26,4
	2015	25,5	24,3	23,3	22,7
RVK (obj. %)	2009	26,4	22,8	21,1	20,0
	2015	20,3	20,9	18,2	18,4
OHR (g.cm ⁻³)	2009	1,55	1,54	1,61	1,58
	2015	1,44	1,42	1,42	1,44

w – vlhkost při odběru, PVK – Plná vodní kapacita, MKK – maximální kapilární vodní kapacita, RVK – retenční vodní kapacita, OHR – objemová hmotnost redukována suché zeminy.

Kontaktní adresa:

Ing. V. Vlček, Ph.D.

Mendelova univerzita v Brně, AF

Ústav agrochemie, půdoznalství, mikrobiologie a výživy rostlin

Zemědělská 1, 613 00 Brno, ČR, tel: +420545133063

vitezslav.vlcek@mendelu.cz

PŘEDBĚŽNÉ VÝSLEDKY STUDIA VLIVU RŮZNÝCH VÝSEVNÍCH MNOŽSTVÍ NA VÝNOSY PÍCE VYBRANÝCH VYTRVALÝCH JETELOVIN

Preliminary results of research on the influence of different sowing rates on forage yields on selected legume species

Vymyslický T.¹, Hejduk S.²

¹Zemědělský výzkum, spol. s r. o., Troubsko

²Agronomická fakulta Mendelovy univerzity v Brně

Abstrakt

Suchovzdornost u různých plodin získává na důležitosti v důsledku klimatické změny. Hlavním cílem našeho výzkumu bylo zhodnotit suchovzdornost vybraných vytrvalých jetelovin a vliv různých výsevních množství na výnosy. Tyto výsledky, získané na dvou lokalitách, byly porovnány a statisticky vyhodnoceny. Nejvyšší výnosy suché píce byly dokonce získány u porostů založených sníženými výsevkami. Nejlepší výsledky na obou lokalitách byly dosaženy u druhů *Medicago sativa* (maximální výnos suché hmoty 11,1 t.ha⁻¹) a *Onobrychis viciifolia* (13,4 t.ha⁻¹), zatímco druh *Lotus corniculatus* dosáhl maximálního výnosu suché hmoty ve výši 6,78 t.ha⁻¹ a druh *Trifolium pratense* 3,74 t.ha⁻¹.

Klíčová slova: suchovzdornost, *Fabaceae*, agrotechnika, plodiny.

Abstract

Drought tolerance of crops has increased importance due to climate change. The main objective of this study was to evaluate drought resistance of selected perennial legumes and the effect of different sowing rates on yields. These results obtained from two localities were compared and statistically analysed. The highest yields of dry matter (DM) were even obtained in stands established by reduced sowing rates. The best performance at both localities was proved by *Medicago sativa* (maximal DM yield 11.1 t.ha⁻¹) and *Onobrychis viciifolia* (13.4 t.ha⁻¹) whereas *Lotus corniculatus* produced maximum DM yield 6.78 t.ha⁻¹ and *Trifolium pratense* 3.74 t.ha⁻¹.

Keywords: drought resistance, *Fabaceae*, agrotechnology, crops.

Úvod

Klimatická změna bude mít podle většiny modelů za následek delší a častější periody sucha (Dubrovský et al., 2005). Tyto změny se odrazí i u zastoupení jednotlivých druhů jetelovin pěstovaných na našem území. Stále více se budou zřejmě uplatňovat druhy tolerantní k suchu (*Medicago sativa*, *Onobrychis viciifolia*, *Trifolium incarnatum* a další). Naopak menší podíl budou mít druhy preferující oceánické klima – zejména druh *Trifolium pratense*. Druhy *Medicago sativa* a *Onobrychis viciifolia* jsou doporučovány pro použití v teplých a suchých podmínkách Evropy s hlubokými půdami. Jejich hluboký kořenový systém pomáhá absorbovat méně dostupnou vodu z půdy už od počátečních vývojových stádií. Vojtěška je více suchovzdorná, nežli většina ostatních druhů pícnin mírného pásma (Peterson et al. 1992). Druh *Onobrychis viciifolia* je doporučován pro písčité půdy, kde dosahuje lepších výnosů než druh *Medicago sativa* (Carbonero et al., 2011).

Z hlediska omezené dostupnosti a zvyšující se ceny osiva jetelovin vzniká otázka, jestli jsou úspěšné založení porostů a výnosy píce u vybraných druhů jetelovin (*Trifolium pratense*, *Lotus corniculatus*, *Medicago sativa* a *Onobrychis viciifolia*) ovlivněny v suchých podmínkách rozdílnými výsevkami. Proto v rámci našeho výzkumu byly založeny a vyhodnoceny polní pokusy sledující vliv různých výsevků na výnosy a pokryvnosti jetelovin.

Materiál a metodika

V roce 2011 byly založeny dva pokusy se čtyřmi vybranými druhy jetelovin. Pokusy byly založeny na dvou lokalitách – Troubsko (15.4.2011) a Žabčice (13.4.2011). Do pokusu byly

zařazeny následující druhy a jejich kultivary: *Medicago sativa* cv. Palava, *Trifolium pratense* cv. Suez, *Onobrychis viciifolia* cv. Višňovský a *Lotus corniculatus* cv. Taborak. *Medicago sativa* a *Trifolium pratense* jsou významnými vytrvalými druhy jetelovin v České republice. Druhy *Medicago sativa*, *Onobrychis viciifolia* a *Lotus corniculatus* jsou navíc považovány za suchovzdorné druhy. Pro každý druh byly jako kontroly zvoleny standardní výsevky. Tyto výsevky korespondovaly se 7 milióny klíčivých semen na hektar a byly spočítány podle jejich HTS (hmotnosti tisíce semen), čistoty a klíčivosti – detaily viz Tabulka 1. Všechna osiva použitá v pokusech splňovala požadavky na standardy dané Ústředním kontrolním a zkušebním ústavem zemědělským ČR. V pokusech byly kromě kontroly (b) použity také 50% (a) a 200% (c) výsevky.

Tabulka 1: Základní charakteristiky osiv testovaných druhů

Druh	HTS (g)	Klíčivost (%)	Čistota (%)	Výsevek (kg.ha ⁻¹)
<i>Medicago sativa</i>	2,2	94	99,8	16,4
<i>Trifolium pratense</i> (diploidní odrůda)	1,8	95	99,0	13,4
<i>Onobrychis viciifolia</i>	20,7*	91	99,6	159,8
<i>Lotus corniculatus</i>	1,3	93	99,2	9,9

* celé lusky

Velikost parcel na obou lokalitách byla 8 m x 1,25 m (10 m²). Každý pokusný zásah byl testován ve čtyřech opakováních. Pokus byl založen metodou znáhodněných bloků. Před založením pokusu ani během jeho hodnocení nebylo použito žádné hnojení. Pokryvnost jednotlivých druhů byla hodnocena v období jarního obrůstání – na obou lokalitách 20. dubna. Sklizeň byla prováděna ve fázi butonizace. Bezprostředně po každé seči byly vzorky čerstvé biomasy usušeny a byl stanoven výnos suché píce. Sušení probíhalo ve ventilované sušárně, při teplotě 60°C po dobu 12 hodin denně. Biomasa plevelů nebyla započítána do výnosu.

Pokus 1 byl založen na pokusných pozemcích Výzkumného ústavu pícninářského v Troubsku (N 49°10'09'', E 16°29'24''), v nadmořské výšce 287 m. Dlouhodobá průměrná roční teplota je 9,3 °C, a dlouhodobý roční úhrn srážek je 529 mm. Půdní typ na lokalitě je hnědozem, s jílovito-hlinitou texturou. Obsah C_{ox} je 1,19 % a půdní pH_{KCl} je v rozmezí od 6,0 do 7,0. V rámci tohoto pokusu byly v letech 2012 i 2013 provedeny čtyři seče.

Pokus 2 byl založen na pozemcích Školního zemědělského podniku Mendelovy university v Brně v Žabčicích (N 49°00'41'', E 16°35'31''), v nadmořské výšce 186 m. Dlouhodobá průměrná roční teplota je 9,9 °C, a dlouhodobý roční úhrn srážek je 480 mm. Půdní typ je arenická černozem s písčito-hlinitou texturou. Obsah C_{ox} je 1,56 % a půdní pH_{KCl} se pohybuje od 6,8 do 7,0. Využitelná vodní kapacita těchto půd je výrazně omezoována písčitým podložím. V rámci tohoto pokusu byly v roce 2012 provedeny tři seče.

Statistické zhodnocení rozdílů ve výnosech a pokryvnostech bylo provedeno v programu Statistica for Windows, verze 12 (STATSOFT, Inc., 2014) metodou ANOVA za použití post-hoc Tukeyho testu na hladině významnosti 0,05.

Výsledky

Výnosy suché hmoty získané v roce 2012 na obou pokusných lokalitách (Troubsko a Žabčice) se od sebe výrazně liší (viz Tabulka 2). Nejvyšší výnosy na obou lokalitách poskytly druhy *Medicago sativa* a *Onobrychis viciifolia*. Oba druhy poskytly v teplých a suchých podmínkách jižní Moravy dobré výnosy. Na lokalitě Troubsko poskytl vysoké výnosy také druh *Lotus corniculatus*.

Mezi jednotlivými hodnocenými druhy byly ve výnosech nalezeny statisticky významné rozdíly. Nejvyšší výnosy byly zjištěny u druhů *Medicago sativa* a *Onobrychis viciifolia*, naopak nejnižší byly zjištěny u druhů *Trifolium pratense* a *Lotus corniculatus*. Statisticky významné rozdíly byly nalezeny i mezi jednotlivými pokusnými lokalitami. O něco lepších výnosů bylo dosaženo na lokalitě Žabčice. Co se týká výnosů jednotlivých hodnocených druhů na pokusných lokalitách, tak na lokalitě Žabčice byly extrémnější hodnoty výnosů jak

směrem dolů (druhy *Lotus corniculatus* a *Trifolium pratense*), tak i směrem nahoru (druhy *Medicago sativa* a *Onobrychis viciifolia*). V roce 2013 byla data získána pouze z lokality Troubsko, pokus v Žabčicích byl na podzim roku 2012 zaorán. V tomto roce byly nejlepší výnosy zjištěny u druhů *Medicago sativa*, dobré výnosy poskytl i druh *Lotus corniculatus*. Detaily viz Tabulka 3.

Tabulka 2: Výnosy suché píce v t.ha⁻¹ v Troubsku a v Žabčicích v roce 2012. Statistická významnost rozdílů byla testována Tukeyho testem na hladině významnosti $p > 0,05$. Nejmenší statisticky významný rozdíl = 2,7

Žabčice			Troubsko		
Druh	Výsevek	Průměrný výnos suché píce	Druh	Výsevek	Průměrný výnos suché píce
<i>Lotus corniculatus</i>	50%	2,66 ^a	<i>Trifolium pratense</i>	200%	3,08 ^a
<i>Lotus corniculatus</i>	100%	2,72 ^a	<i>Trifolium pratense</i>	100%	3,38 ^a
<i>Lotus corniculatus</i>	200%	2,76 ^a	<i>Trifolium pratense</i>	50%	3,74 ^{ab}
<i>Trifolium pratense</i>	100%	2,84 ^a	<i>Onobrychis viciifolia</i>	50%	4,20 ^{abc}
<i>Trifolium pratense</i>	50%	3,1 ^a	<i>Onobrychis viciifolia</i>	100%	4,24 ^{abc}
<i>Trifolium pratense</i>	200%	3,32 ^a	<i>Onobrychis viciifolia</i>	200%	5,14 ^{abcd}
<i>Medicago sativa</i>	200%	9,58 ^{efgh}	<i>Lotus corniculatus</i>	100%	6,70 ^{bcd}
<i>Medicago sativa</i>	100%	10,24 ^{efghi}	<i>Lotus corniculatus</i>	50%	6,78 ^{bcd}
<i>Medicago sativa</i>	50%	11,08 ^{ghi}	<i>Medicago sativa</i>	200%	7,00 ^{cdef}
<i>Onobrychis viciifolia</i>	100%	11,84 ^{hi}	<i>Medicago sativa</i>	50%	7,42 ^{def}
<i>Onobrychis viciifolia</i>	200%	12,04 ^{hi}	<i>Lotus corniculatus</i>	200%	7,50 ^{def}
<i>Onobrychis viciifolia</i>	50%	13,42 ⁱ	<i>Medicago sativa</i>	100%	7,72 ^{defg}

Tabulka 3: Výnosy suché píce v t.ha⁻¹ v Troubsku v roce 2013. Statistická významnost rozdílů byla testována Tukeyho testem na hladině významnosti $p > 0,05$. Nejmenší statisticky významný rozdíl = 1,08

Druh	Výsevek	Průměrný výnos suché píce
<i>Trifolium pratense</i>	50%	4,98 ^{ab}
<i>Trifolium pratense</i>	100%	5,44 ^{ab}
<i>Trifolium pratense</i>	200%	6,60 ^{bc}
<i>Onobrychis viciifolia</i>	100%	8,66 ^{cde}
<i>Onobrychis viciifolia</i>	50%	8,88 ^{cde}
<i>Onobrychis viciifolia</i>	200%	9,90 ^{def}
<i>Lotus corniculatus</i>	50%	11,58 ^{fg}
<i>Lotus corniculatus</i>	100%	12,58 ^{gh}
<i>Lotus corniculatus</i>	200%	13,56 ^{ghi}
<i>Medicago sativa</i>	100%	15,60 ^{ij}
<i>Medicago sativa</i>	200%	15,96 ^{ij}
<i>Medicago sativa</i>	50%	16,50 ^j

Diskuze

Nejlepší výnosy byly dosaženy u snížených výsevků, a to i za podmínek limitované půdní zásoby vláhy. Výnosy suché píce se na obou pokusných lokalitách významně lišily. Hlavními důvody byly odlišný průběh počasí, půdní podmínky a také různý počet sečí. Druhy *Medicago sativa* a *Onobrychis viciifolia* jsou doporučovány pro použití v teplých a suchých podmínkách Evropy s hlubokými půdami. Druh *Onobrychis viciifolia* je doporučován pro písčité a kamenité půdy, kde dosahuje lepších výnosů než druh *Medicago sativa* (Carbonero & al., 2011). Na úrodnějších půdách v Troubsku poskytl druh *Medicago sativa* statisticky významně vyšší výnosy než druh *Onobrychis viciifolia*, ale nebyl zde nalezen vliv výsevku na velikost výnosů. Tyto druhy poskytly v suchých podmínkách průkazně vyšší výnosy suché píce, nežli druhy *Lotus corniculatus* a *Trifolium pratense*. Tyto výsledky jsou spojené

s hlubším kořenovým systémem a se schopností absorbovat méně dostupnou vodu z půdy i v časných fázích ontogeneze (Hall & al., 2004). V Žabčicích bylo dosaženo téměř dvojnásobného maximálního výnosu nežli v Troubsku. Možná proto, že v Žabčicích byl udržován před pokusem úhor, který mohl zvýšit obsah dostupné vody a živin v půdě a tím zvýšit výnosy následných plodin. V roce 2013 bylo dosaženo v Troubsku maximálního výnosu suché píce u vojtěšky ve výši 16,5 t.ha⁻¹. V tomto srážkově normálním roce byly výnosy blízké obvyklým (15-18 t.ha⁻¹), a ve srovnání s rokem 2012 byly asi dvojnásobné. Redukované výsevky vedou k založení řidších porostů, které mohou za sucha poskytovat vyšší výnosy píce nežli husté porosty. Řídké porosty jsou tolerantnější k suchu, protože jednotlivé rostliny mají sníženou kompetici o vodu. To má za následek silnější rostliny s hlouběji rostoucími kořeny, které mohou absorbovat dostatek vody potřebné pro přežití sucha a zároveň poskytnou dostatečný výnos píce. V hustých porostech rostliny slabší a nejsou schopny vytvořit mohutný a hluboký kořenový systém. Rostliny v hustých porostech využívají významný podíl svých asimilátů ke kompetici se sousedními rostlinami. Toto bylo potvrzeno v několika studiích (Annicchiarico & al., 2013). Doporučované výsevky jsou obvykle vyšší, nežli je nezbytně nutné pro úspěšné založení porostu. Na lokalitě Troubsko bylo zjištěno, že i 1,75 miliónu klíčivých semen umožňuje založení dostatečně hustého porostu, který poskytuje stejný výnos, jako plný výsevek. Důležitou roli hraje důkladné a jemné zpracování půdy a uválení před setím; dostatečné utužení půdy po zasetí, jež umožní kapilární zdvih vody (Málek & Slavík, 1983).

Závěr

Nejvyšší výnosy suché píce byly dokonce získány u porostů založených sníženými výsevky. Při použití redukovaných výsevků poskytl druh *Medicago sativa* nejlepší výnosy na hlinitých půdách v Troubsku a druh *Onobrychis viciifolia* na písčitých půdách v Žabčicích. Oba druhy poskytly v suchých podmínkách průkazně vyšší výnosy suché píce, nežli druhy *Lotus corniculatus* a *Trifolium pratense*. Jejich tolerance k suchu z pohledu výnosů biomasy je podstatně vyšší nežli u druhů *Lotus corniculatus* a *Trifolium pratense*. Dobré výsledky druhů *Medicago sativa* a *Onobrychis viciifolia* jsou spojené s hlubším kořenovým systémem a se schopností absorbovat méně dostupnou vodu z půdy i v časných fázích ontogeneze.

Dedikace

Příspěvek vznikl za institucionální podpory na dlouhodobý koncepční rozvoj výzkumné organizace „Zemědělský výzkum, spol. s r. o.“.

Použitá literatura

- Annicchiarico P., Pecetti L. et Tava A. (2013): Physiological and morphological traits associated with adaptation of lucerne (*Medicago sativa*) to severely drought-stressed and to irrigated environments. *Ann. Appl. Biol.* 162: 27–40.
- Carbonero C. H., Mueller-Harvey I., Brown T. A. et Smith L. (2011): Sainfoin (*Onobrychis viciifolia*): A beneficial forage legume. *Plant Genet. Res.* 9(1): 70–85.
- Dubrovský, M., Nemešová, I., Kalvová, J., 2005: Uncertainties in climate change scenarios for the Czech Republic. *Climate Res.* 29: 139–156
- Hall, M. H., Nelson, C. J., Coutts, J. H., & Stout, R. C. (2004). Effect of seeding rate on lucerne stand longevity. *Agron. J.* 96 (3), 717–722.
- Málek J. et Slavík J. (1983): Effect of sowing rate and stand canopy on plant growth and fodder yields in red clover (*Trifolium pratense* L.). *Sborník vědeckých prací Výzkumného a šlechtitelského ústavu pícninářského, Troubsko u Brna, 1983: 183–190.*
- Peterson P. R., Sheaffer C. C. et Hall M. H. (1992): Drought effects on perennial forage legume yield and quality. *Agron. J.* 84: 774–779.
- StatSoft, Inc. (2014): Statistica CZ [Software system for data analysis], version 12. www.statsoft.cz.

Kontaktní adresa: Mgr. Tomáš Vymyslický, Zemědělský výzkum, spol. s r. o., Zahradní 1, 664 41 Troubsko; e-mail: vymyslicky@vupt.cz

MOŽNOSTI CEREÁLNÍHO UŽITÍ VLÁKNINY ZE LNU ZLATÉHO**Possibility of Cereal usage of golden flax fibre****Hrušková M., Švec I.***VŠCHT Praha***Abstrakt**

Přidávky lněné vlákniny ZL1 a ZL2, lišící se granulací (0-300 µm a 500-700 µm), průkazně snížilo číslo poklesu pšeničné mouky stejně jako hodnoty Zelenyho testu. Průběh farinografických křivek se lišil podle typu lněné vlákniny. Výsledky extenzografického testu ukázaly odpovídající změny pružnosti a tažnosti těsta. Lněná vláknina během RVA testu zvýšila viskozitu směsí ve shodě s výší přídavku. Měrný objem a tvar pečiva klesl až o třetinu v případě přídavků ZL1 a až na téměř polovinu přídavky ZL2. Podobné tendence byly zaznamenány pro vypichované sušenky, ale negativní změny nebyly tak výrazné.

Klíčová slova: lněná vláknina, granulace, reologie, pečivo, sušenky.

Abstract

Additions of golden flax fibre ZL1 and ZL2 (granulation 0-300 µm a 500-700 µm, respectively) significantly lowered Falling Number and Zeleny test values. Course of farinograph curves differed according to flax fibre type. Results of extensigraph test demonstrated proper changes in dough elasticity and extensibility. During RVA testing, flax fibre increased blends viscosity in correspondence to dosage used. Due to that, bread volume and shape was lowered up to one third in case of ZL1 and up to one half in case of ZL2 blends. Similar tendencies were observed in cookies quality, but extent of such changes was not so large.

Keywords: golden flax fibre, granulation, rheology, bread, cookies.

Len (*Linum usitatissimum* L) je stará kulturní plodina pocházející z Asie. Už ve středověku se v našich zemích spolu s konopím používal pro výrobu plátna a dodnes se v omezeném rozsahu pěstuje v podhorských oblastech len přadný. Len je středně vysoká bylina s rovným štíhlým stonkem a bleděmodrými květy. Plodem je tobolka, která obsahuje drobná hnědá semínka. Existují i odrůdy se světlejším semenem - tzv. "zlatý len".

Lněné semínko se v poslední době stává oblíbenou součástí zdravé výživy. Složení semene je charakteristické vysokým obsahem oleje (40 %), vlákniny (28 %) a bílkovin (21 %). Uvádí se přítomnost 4 % minerálních látek a 6 % polysacharidů jako jednoduchých cukrů, lignanů a hemicelulózy (Fitzpatrick, 2008). Za nutričně nejčinnější složku je považován lněný olej bohatý na omega-3 nenasycené mastné kyseliny s krátkým řetězcem (PUFA).

Lněná vláknina je komerční potravinářský výrobek získaný po lisování nebo extrakci oleje v sypké práškové formě. Výrobce uvádí průměrné výživové hodnoty na 100 g výrobku:

energetická hodnota: 2234 kJ/534 kcal; sacharidy: 28,9 g; z toho cukry: 1,6 g; bílkoviny: 18,3 g, tuky: 42,2 g; z toho nasycené mastné kyseliny 3,7 g.

Podle technologie výroby tvoří největší podíl vláknina (až 45 %) (Joiner-Bay, 2010). Bílkoviny nemají lepkový charakter a jsou bezpečné pro nemocné celiakií. Lněná vláknina má vysoký obsah látek s antioxidačním účinkem, zejména lignany a vitamin E. Pro lignany ze lnu je typická specifická funkce při prevenci nádorových onemocnění prsu a prostaty. Budwig (2011) zjistila jejich obsah je 75 – 800 x vyšší než v ostatních druzích zeleniny a luštěnin.

Zlatá lněná vláknina vzniká za studena lisováním semínek lnu zlatého bez přítomnosti světla, vzduchu a reaktivních kovů. Obsahuje cca 9 % omega 3 kyselin a 32 % bílkovin.

Použití lněné vlákniny je pro nízký obsah sacharidů vhodné pro diabetiky a sportovce, tvoří vhodný doplněk jídelníčku veganů a vegetariánů. Doporučuje se konzumace 13 g denně např. jako přídavek do ovesných vloček, müsli, jogurtu, ovocného koktejlu, mléka, vody, ovocného džusu, polévký atd. Může být také použita jako bezlepková mouka na pečivo, palačinky atd.

Práce hodnotí znaky kompozitní mouky tvořené přidavkem 2,5 a 5 % bio lněné vlákniny ze zlatého lnu ve dvou formách (granulace 0-300 a 500-700 μm) do pšeničné mouky hladké světlé. Také popisuje chování nefermentovaného těsta pomocí reologických přístrojů a vlastnosti pšeničného pečiva, vypichovaných sušenek a těstovin.

Materiál a metody

Pšeničná mouka světlá ze sklizně 2014 tvoří základ pro přípravu kompozitní směsi obsahující 2,5 a 5 % bio lněné vlákniny ze zlatého lnu (Walramcom s.r.o. Bruntál) – označení **ZL**. Byla přidávána ve formě produktu hnědé barvy ve dvou granulačních druzích (ZL1 označení pro zrnitost pro 0-300 μm , ZL2 pro zrnitost 500-700 μm). Jakostní znaky vzorků pšeničné a kompozitní mouky jsou popsány obsahem bílkovin (ČSN 56 0512-12), Zelenyho testem (ČSN ISO 5529) a číslem poklesu (ČSN ISO 3093). Vlastnosti nefermentovaného těsta byly sledovány na farinografu a extenzografu Brabender podle příslušných norem (ČSN ISO 55 30-1, 55 30-2). Charakteristiky moučné suspenze popisuje zkouška na RVA 4500 přístroji Perten (AACC 76-21). Podle interních postupů VŠCHT Praha byly vyrobeny cereální výrobky – pečivo a vypichované sušenky, které jsou hodnoceny interními modely.

Analytické znaky kompozitní mouky

Základ pro přípravu kompozitních vzorků tvoří mouka pšeničná hladká světlá M obvyklé pekařské kvality (popel 0,62 %). Vyznačuje se průměrným obsahem a kvalitou bílkovin (11,2 %, Zelenyho test 37 ml) a vyšší hodnotou čísla poklesu (392 s). Vláknina ze zlatého lnu ZL obsahuje 27,35 a 30,32 % bílkovin, 13,89 a 19,06 % lipidů pro typy ZL1 (0-300 μm) a ZL2 (500-700 μm). Přídavek lněné vlákniny ZL v množství 2,5 a 5 % zvyšuje obsah bílkovin (neuvedeno), ale podle nižší hodnoty Zelenyho testu mají vzorky kompozitní mouky sníženou pekařskou kvalitu. Číslo poklesu ovlivňuje množství přidané ZL průkazně ve smyslu snížení (**Tab. 1**). Výše přídavku se projevuje odlišně podle granulace přidané vlákniny, avšak rozdíly jsou na hranici přesnosti stanovení.

Tab.1 Vlastnosti kompozitní mouky

Vzorek	Vlhkost (%)	ČP (s)	Zeleny test (ml)
M	11,21	392	37
ZL1a	11,38	349	24
ZL1b	11,37	319	23
ZL2a	11,43	305	25
ZL2b	11,39	330	23

Reologické vlastnosti kompozitní mouky

Farinogram základní pšeničné mouky potvrzuje standardní pekařskou kvalitu pro rok 2014, danou vysokou vazností (67,8 %), průměrnou dobou vývinu (3,15 min) a nízkým stupněm změknutí (50 BJ). Přídavek lněné vlákniny průkazně zvyšuje vaznost vody, pro nejvyšší množství o téměř 10 % bez výskytu nadměrné lepidivosti. Současně se zkracuje doba vývinu. Stabilita těsta se mění v závislosti na typu a přidaném množství ZL. Pro kompozitní směs se ZL2, která je tvořena hrubšími částicemi, bylo zjištěno zvýšení odolnosti vůči přehnětí (tj. delší stabilita, nižší stupeň změknutí těsta). Naopak nižší toleranci k přehnětí vykazovaly vzorky s přídavkem ZL1 (jemná forma), což svědčí o odlišném chování neškrobových polysacharidů, podílejících se na struktuře těsta (**Tab. 2**).

Extenzogram pšeničné mouky M potvrzuje uspokojivé viskoelastické vlastnosti těsta při jednorozměrné deformaci. Přidávky lněné vlákniny se mění extenzografické charakteristiky v závislosti na jeho výši. Pevnost těsta všechny koncen-

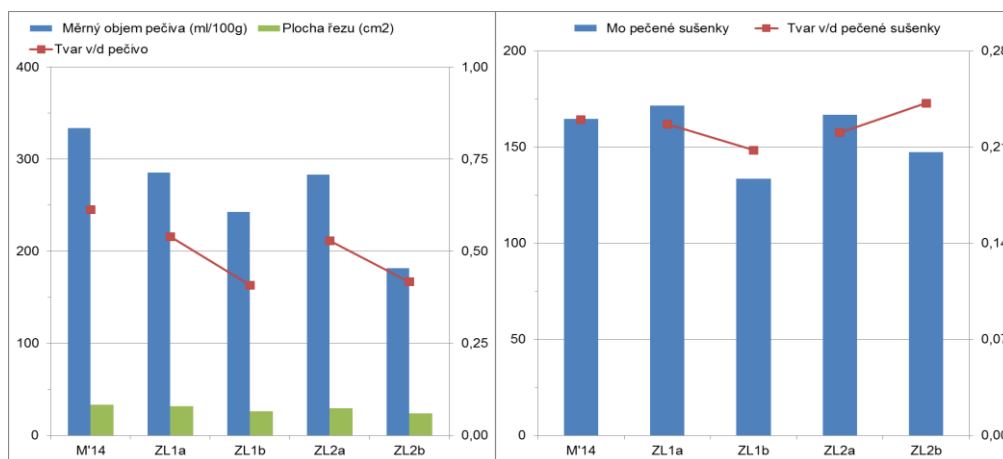
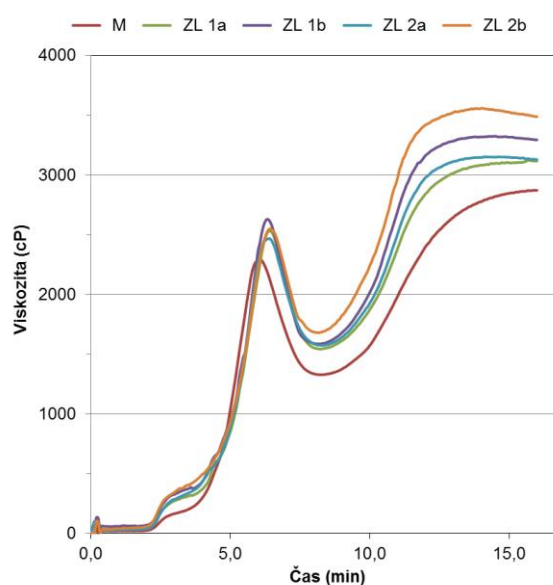
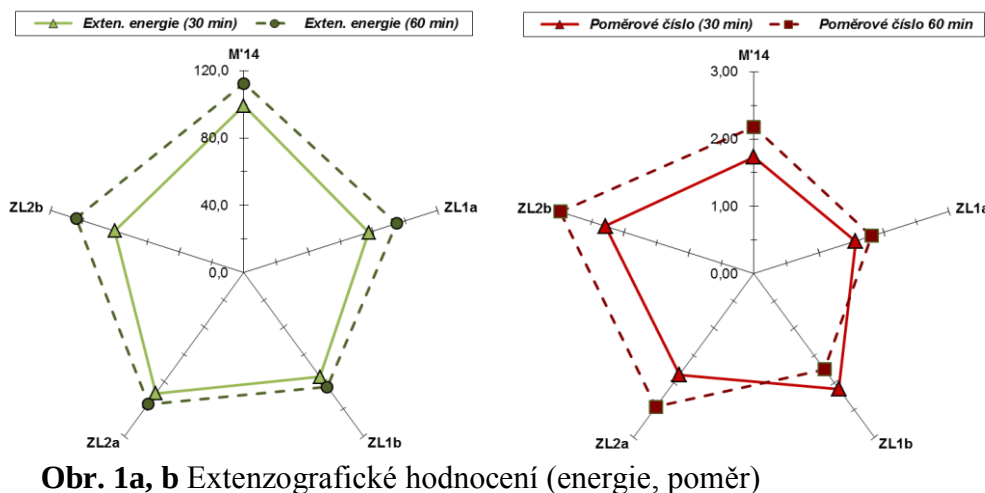
Tab. 2 Farinografické hodnocení

Vzorek	Vaznost (%)	Doba vývinu (min)	Stabilita (min)	Stupeň změknutí (FJ)
M	67,8	3,15	7,50	50
ZL1a	70,3	2,00	2,00	30
ZL1b	72,5	2,50	1,50	30
ZL2a	70,0	2,50	8,00	20
ZL2b	72,0	4,00	13,00	10

trance lněné vlákniny zvyšují stejně jako pokles tažnosti proti pšeničnému těstu. Poměr pružnosti a tažnosti těsta se vlivem doby odležení zvyšuje nejvíce pro přidavek 5 %

ZL2. Obecně zpevnění těsta je průkaznější vlivem vzorku hrubší granulace při obou recepturních variantách. Opačný trend vykazuje extenzografická energie (**Obr. 1a, b**). Změny obou charakteristik se projevují poklesem, kde pro 5% množství je po odležení 60 min. patrné snížení cca o desetinu ve srovnání s pšeničnou moukou. Chování moučné suspenze při zahřívání a chlazení je patrné z RVA křivek. Princip stanovení je srovnatelný s měřením na viskografu Brabender, protože vlastnosti škrobu v mouce a kompozitní směsi jsou popsány jako profil změn při teplotě do 95 °C a postupném chlazení na 50 °C. Jedná se tedy o záznam procesu mazovatění s rostoucí teplotou, změny způsobené fází konstantní teploty a následným chlazením. Z **Obr. 2** je zřejmý rozdílný průběh křivek proti základní pšeničné mouce ve všech sledovaných fázích. Nepotvrdil se však průkazný rozdíl při přidavku 2,5 % odlišné zrnitosti (ZL1a a ZL2a). Naopak přidání vyšší množství různé zrnitosti ZL

se projevilo zejména rozdíly ve viskozitě FV (tj. v oblasti měření 10 - 15 min). Výsledky korespondují se změnami čísla poklesu způsobenými lněnou vlákninou.



Výsledky pokusného pečení pro pečivo

Množství vody potřebné při pokusném pečení pro dosažení konzistence těsta 600 FJ se přidavkem lněné vlákniny o 1,5 až 2,8 % zvýšilo, čímž je potvrzeno zvýšení vaznosti při zkoušce na farinografu. Při hodnocení pečiva bylo prokázáno, že s vyšší koncentrací ZL se měrný objem téměř lineárně snižoval. Pro 5 % množství byla zjištěna hodnota téměř o třetinu nižší proti pečivu pšeničnému (334 proti 242 resp. 182 ml/100 g) (Obr. 3a). Tvar pečiva se také přidavky ZL k pšeničné mouce snížil v závislosti na množství v receptuře. Zhoršení klenutosti vyjádřené poměrovým číslem bylo průkazné zejména při vyšším přidavku obou typů vlákniny. ZL měla mírně negativní vliv na vlastnosti střídy. Zjištěný rozdíl penetrace mezi pšeničným pečivem a maximálním přidavkem byl cca 50 %. Střída pečiva z kompozitních směsí byla mírně hutnější a chuťový vjem se zhoršil při vyšším přidavku ZL.

Výsledky pokusného pečení pro sušenky

Příprava těsta s vyšší vazností vody byla standardní, nebyl zaznamenán výskyt lepidlosti. Vypichované sušenky z pšeničné mouky měly uspokojivý tvar a objem před i po upečení. Přidavkem ZL se tyto charakteristiky spíše mírně zlepšily. Měrný objem se zvyšoval při přidavku 2,5 % stejně jako tvar bez ohledu na zrnitost produktu. Při 5% přidavku byly uvedené znaky proti výrobkům z M nižší. Barva sušenek byla ve všech případech mírně béžová. Chuťový vjem byl hodnocen jako příjemný (chuť a vůně bez negativních změn proti standardu, mírně oříšková příchut' hodnocena pozitivně). Na Obr. 3b jsou patrné změny objektivně hodnocených parametrů výrobků (objem, tvar) ze sledovaných druhů kompozitní směsi.

Shrnutí

Lněné semeno a vláknina nacházejí pro své nutriční složení uplatnění v potravinářském průmyslu. Modelové kompozitní mouky se lněnou složkou (2,5 a 5 %) se vyznačují vyšším obsahem bílkovin méně kvalitních bílkovin, definovaným poklesem hodnoty Zelenyho testu. Stav škrobu se podle čísla poklesu a výsledků RVA zkoušky průkazně mění podle charakteristik základní pšeničné mouky spíše v pozitivním smyslu. Vlastnosti při přípravě těsta ovlivňuje zkrácení doby vývinu a stability. Zvýšení vaznosti vlivem sledovaných přidavků bylo průkazné i pro laboratorní pokusy přípravy pečiva a sušenek. Snížení extenzografické energie, která vyjadřuje pekařskou jakost, odpovídá složení vzorků kompozitní mouky. Pečivo obohacené lněnou vlákninou mělo menší měrný objem a méně klenutý tvar, ale přijatelné smyslové hodnocení. Sušenky s vlákninou ze zlatého lnu se vyznačují příjemným béžovým zbarvením a jejich měrný objem je při nižším přidání množství vyšší ve srovnání s pšeničnými. Pro uvedené typy cereálních výrobků lze využít obou typů vlákniny ze zlatého lnu v množství 2,5 a 5 %.

Použitá literatura

- Budwig J. (2011): The Budwig Cancer and Coronary Heart Disease Prevention Diet. Los Angeles, Ca, Freedom Press, ISBN 978-1-893910-42-3
Fitzpatrick C.K. (2008): Stabilizing Flax for Food Application. Cer food World, 53(5), 280-282.
Joiner-Bay N.D. (2010): Herb. The Healing Power of Flax. Los Angeles, Ca, Freedom Press, ISBN 978-1-893910-32-4.

Dedikace

Práce byla vypracována v rámci grantu NAZV OI 151 027.

Kontaktní adresa:

doc. Ing. Marie Hrušková, CSc., VŠCHT Praha, Technická 5, 166 28 Praha 6 - Dejvice
Marie.Hruskova@vscht.cz

ZMĚNY SENZORICKÉ JAKOSTI CROISSANTŮ VLIVEM DÉLKY SKLADOVÁNÍ ZMRAZENÝCH TĚSTOVÝCH KUSŮ

Changes in sensory quality croissants due to the length of storage of frozen dough pieces

Kučerová J., Šottníková, V.

Mendelova univerzita v Brně

Abstrakt

Byl hodnocen vliv skladování zamrazených syrových těstových kusů na pekařskou a senzorickou kvalitu dopékaných croissantů v průběhu 120 dnů hlubokého zamrazení (-22 °C), v časových intervalech 30 dnů. Byl sledován měrný objem zamrazených syrových těstových kusů a upečených croissantů a po upečení byly výrobky senzoricky posouzeny. U všech sledovaných vzorků došlo během dlouhodobého mrazírenského skladování k poklesu měrného objemu a to, jak u syrových těstových kusů, tak i u upečených výrobků. Dlouhodobé mrazírenské skladování syrových nenakynutých kusů mělo vliv na změnu senzorických vlastností upečených výrobků, a to zejména na celkový dojem ($P < 0,01$), vzhled kůrky, vůni i chuť ($P < 0,05$).

Klíčová slova: mrazení, pekařská kvalita, senzorická kvalita

Abstract

It was evaluated the effect of storage of the frozen raw dough pieces on baking and sensory quality of the baked croissants during 120 days of deep freezing (-22 °C), at intervals of 30 days. It was observed specific volume of frozen raw dough pieces and baked croissants and after baking the products were sensory evaluated. All samples were observed during long-term frozen storage to a decrease in the specific volume and, for both raw dough pieces, and even baked goods. Long-term storage of frozen raw dough pieces had an impact on changing sensory properties of baked products, especially to the overall impression ($P < 0.01$), the appearance of the crust, aroma and flavor ($P < 0.05$).

Key words: freezing, baking quality, sensoric quality

Úvod

Mrazení je jedním z nejstarších a nejvíce využívaným způsobem na prodloužení trvanlivosti potravin. Nároky spotřebitelů na kvalitu pečiva, široký sortiment a čerstvost se neustále zvyšují. Kvalita mrazených výrobků závisí především na výběru surovin a vhodného technologického postupu. Důraz je kladen na mouku, droždí i zlepšující přípravky. Na význam důležitosti kvality bílkovin v mouce, při výrobě mrazeného těsta, poukázali: Kline a Sugihara (1968), Wolt a D'Appolonia (1984), Inoue et al. (1992), Olivera (2011) aj. Důležitost množství a vitality kvasinek sledovali Ribotta et al. (2001), Šmítalová (2015) aj. Výhody technologie zmrazování jsou: kvalitní a čerstvé pečivo rychle a snadno v průběhu celého dne, odbourání nadprodukce, rozšíření sortimentu, optimalizace a rentabilita výroby, hygienická nezávadnost výrobků, možnost dlouhodobého bezpečného skladování, široká distribuce a v neposlední řadě nenáročné požadavky na technické vybavení dopékačích míst. Nevýhodou technologie zmrazování je vysoká pořizovací cena mrazicího zařízení a vysoké provozní náklady, které výrobce zpravidla kompenzuje vyšší cenou zmrazovaných výrobků.

Materiál a Metody

K výrobě croissantů byla použita mouka pšeničná světlá T 530, voda, tuk tažný, droždí, rostlinný olej, cukr, zlepšující přípravek pro pečivo vyráběné s použitím technologie mrazení, sůl.

Technologický postup výroby „bake-off“

Croissanty byly vyrobeny z plundrového těsta, které obsahuje 30 % tuku k proválení a 10 % tuku na základní těsto. Těsto bylo vyrobeno přímým vedením - „na zaráz“. Doba hnětení 8

min při nižší teplotě (chladná recepturní voda), teplota těsta nesmí překročit 20 °C. Po vyhnětení byly ihned odvažovány hmotnostní díly a rozváleny na rozvalovacím stroji. Tukový plát byl zabalen po způsobu psaníčka. Ihned po rozválení na rozvalovacím stroji, byl přeložen na třikrát a opět proválen, znovu na třikrát, pak přeložen na čtyřikrát. Těsto bylo rozváleno na plát těsta, který byl vkládán do svinovače croissantů, který vytvaroval příslušný výrobek. Vytvarované výrobky byly zamrazeny šokem (-36 °C po dobu 30 min). Teplota v jádře výrobku (-8 °C). Po šokovém zmrazení bylo odebráno 25 kusů, které byly rozděleny na 5 vzorků po 5 ks (vzorek č.1, č. 2, č. 3, č. 4, č. 5). Vzorky byly baleny do sáčků z LDPE materiálu a skladovány ve skladovacím boxu při teplotě (-22 °C). V časových intervalech (po 30 dnech) byly zamrazené výrobky vyndány z chladicího zařízení, následovalo rozmrznutí 45 minut při pokojové teplotě, kynutí při 35–37 °C po dobu 50 min při relativní vlhkosti vzduchu 75 % a pečení v etážové peci při 190 °C po dobu 14–16 minut s párou.

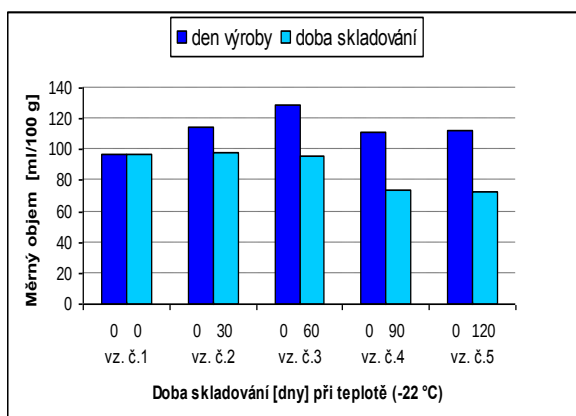
Po odběru vzorků ze šokového zmrazovače byl stanoven objem a hmotnost každého výrobku a vypočten měrný objem. Měrným objemem u pečiva se rozumí objem vzorku přepočtený na 100 g pečiva. Po rozmrazení a upečení byly výrobky po jedné hodině zváženy, změřen měrný objem a senzoricky posouzeny.

Vzorek č. 1 byl hodnocen ihned po šokovém zmrazení bez skladování, vzorek č. 2 byl skladován 30 dní v chladícím boxu při teplotě (-22 °C), vzorek č. 3 resp. č. 4 a č. 5 byl skladován po dobu 60 dní resp. 90 a 120 při stejných podmínkách.

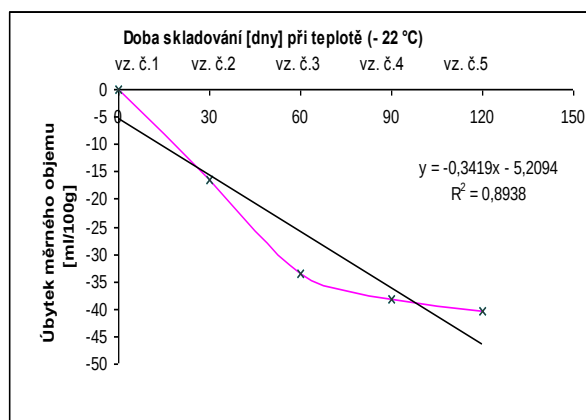
Pro senzorické hodnocení byly použity grafické nestrukturované úsečky (body 0–100), kdy 100 bodů vyjadřovalo nejlepší hodnocení. Byly hodnoceny deskriptory: tvar, barva, kůrka, střídka, chuť a celkový dojem. Výsledky senzorického hodnocení byly statisticky zpracovány párovým t-testem (Microsoft Office Excel, 2007)

Výsledky a diskuze

Porovnání měrného objemu zamrazených klonků croissantů v den výroby a po době skladování (30, 60, 90 a 120 dní) je uvedeno v obr. 1. Úbytek měrného objemu zamrazených klonků vzorků během skladování je znázorněn v obr. 2.



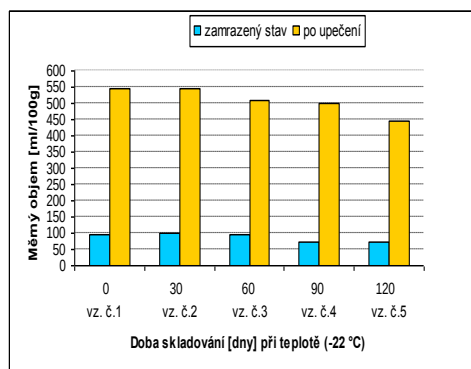
Obr. 1 Měrný objem zamrazených klonků



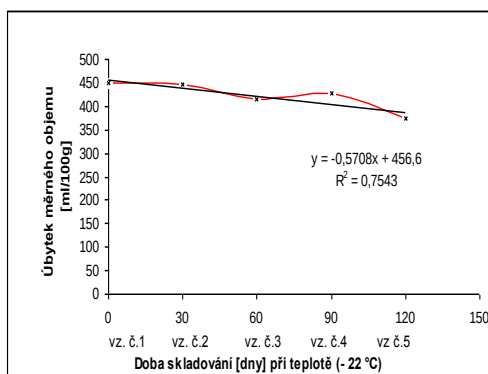
Obr. 2 Úbytek měrného objemu

Měrný objem vzorků zamrazených klonků croissantu se během 120 dnů mrazírenského skladování snižoval. Úbytek měrného objemu (obr. 2) po 30 dnech skladování byl 14,47 %, po 60 dnech skladování 25,90 %, po 90 dnech skladování 34,07 % a po 120 dnech skladování 35,87 %. Dle Hampla et al. (1981) dochází ke zmenšení objemu zmrazeného pečiva, které trvá i po rozmrazení.

Měrný objem vzorků croissantů po upečení je znázorněn v obr. 3 a úbytek měrného objemu vzorků po upečení v závislosti na délce skladování je znázorněn v obr. 4.



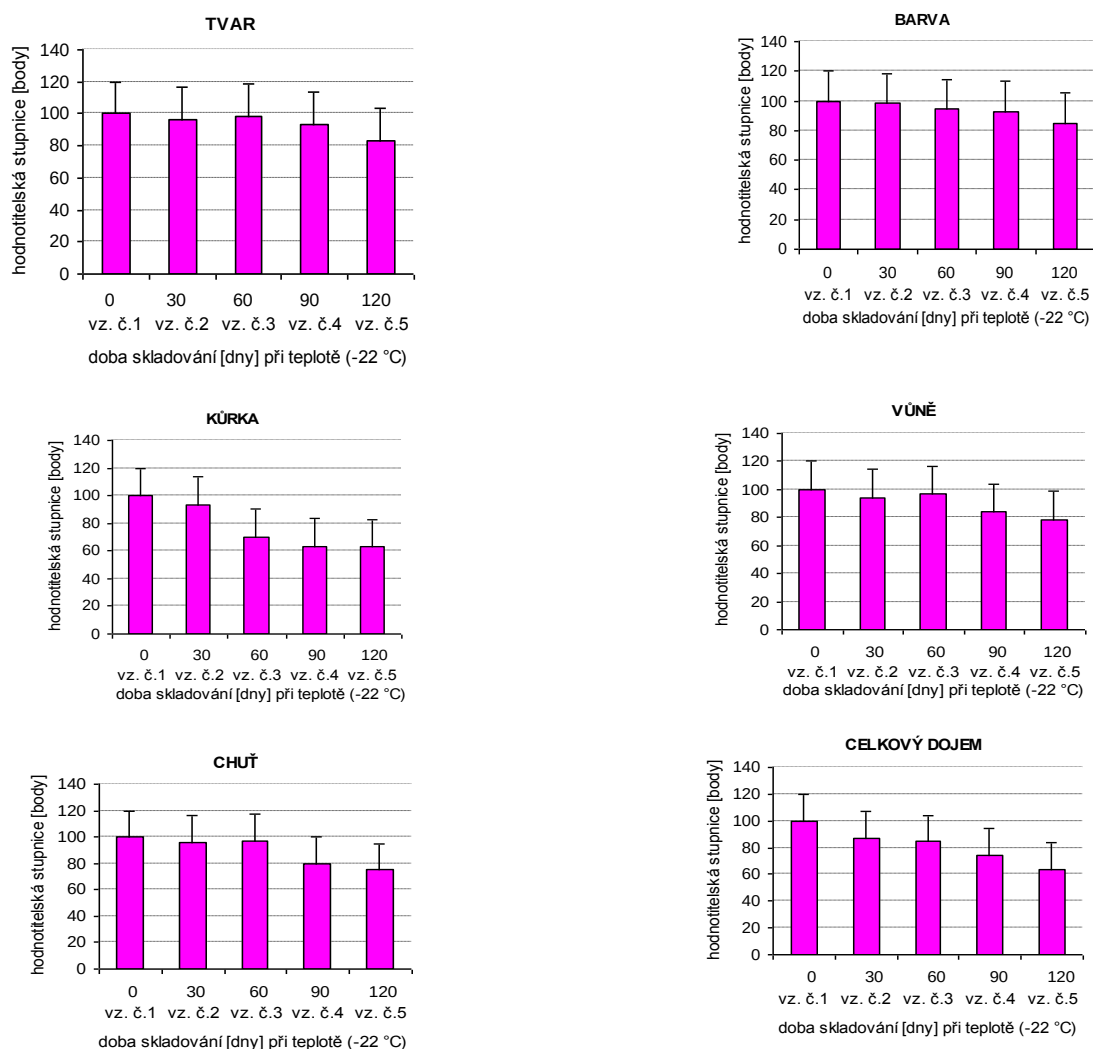
Obr. 3 Měrný objem vzorků po upečení



Obr. 4 Úbytek měrného objemu

Měrný objem vzorků croissantů se po upečení během 120 dnů mrazírenského skladování snižoval. Rozdíl měrného objemu po upečení a měrného objemu před rozmražením byl v den výroby 448,88 ml/100g, po 30 dnech skladování 447,56 ml/100g, po 60 dnech skladování 414,11 ml/100g, po 90 dnech skladování 428,28 ml/100g a po 120 dnech skladování 372,91 ml/100g.

Vliv délky skladování zmrazených nevykynutých kusů na senzoričku jakost upečených croissantů jsou uvedeny v následujících obrázcích (obr. 5).



Obr. 5 Senzorické hodnocení výrobku croissant

Průkaznost rozdílu na začátku skladování a na konci byla testována párovým t – testem na hladině významnosti $P = 0,05$ a $P = 0,01$. Nejlépe byl senzoricky ohodnocen vzorek č. 1 upečený v den výroby, kdy hodnocené senzorické deskriptory dosáhly v den výroby maxima 100 bodů. Nebyl prokázán statisticky významný vliv hlubokého zamrazení po dobu skladování 120 dnů na změnu tvaru, barvy a střídky croissantu. U kůrky byl zjištěn statisticky významný rozdíl ($P < 0,05$) mezi senzorickým hodnocením v den výroby a hodnocením po 60, 90 a 120 dnech hlubokého zamrazení. Došlo ke vzniku puchýřků na kůrce. Statisticky významný rozdíl ($P < 0,05$) byl prokázán u deskriptoru vůně a chuti po 120 dnech mrazírenského skladování. Chuť a vůně se stala během doby skladování méně příjemnou. Hampl et al. (1981) poukazují, že v rozmrazeném pečivu lze někdy zjistit tzv. cizí vůni. Vzniká v pečivu, které bylo zmrazováno při vyšších teplotách, velmi pomalu nebo dlouhodobě skladováno. Statisticky vysoce významný rozdíl ($P < 0,01$) byl prokázán u senzorického hodnocení celkového dojmu croissantu.

Závěr

U všech sledovaných vzorků došlo během dlouhodobého mrazírenského skladování k poklesu měrného objemu a to, jak u syrových těstových kusů, tak i u upečených výrobků. Dlouhodobé mrazírenské skladování syrových nenakynutých kusů mělo vliv na změnu senzorických vlastností upečených výrobků, a to zejména na celkový dojem, vzhled kůrky, vůni i chuť.

Použitá literatura

- Hampl, J., Holý, Č., Havel, F., Kadlec, F., Příhodová, J. 1981. *Jakost pekárenských a cukrárenských výrobků*. SNTL, Praha, 232 s.
- Inoue, Y., Bushuk, W. 1992. Studies on frozen doughs II. Flour quality requirements for bread production from frozen dough. In Cereal chemistry [online], vol. 69, no. 4, p. 423-428. ISSN 0009-0352.
- Kline, L., Sugihara, T. 1968. Factors affecting the stability of frozen bread doughs. I. Prepared by the straight dough method. In Baker's digest [online], vol. 42, no.5, p. 44-50. ISSN 0191-6114.
- Olivera, Š. D. 2011. The effect of basic raw materials in the process of wheat dough freezing journal. In Food and Feed Research [online], vol. 38, no. 1, p. 9-20. ISSN 2217-5369.
- Ribotta, P. D., Leon, A. E., Anon, M. C. 2001. Effect of freezing and frozen storage of doughs on bread quality. In Journal of Agricultural and Food Chemistry [online], vol. 49, no. 2, p. 913-918. ISSN 1520-5118. doi: 10.1021/jf000905w.
- Šmitalová, J. 2015. Vplyv mrazenia na technologickú kvalitu pekárskych výrobkov. Dizertační ráce. Nitra, SPU v Nitre, 214 s.
- Wolt, M.J., D'Appolonia, B. L. D. 1984. Factors involved in the stability of frozen dough I. The influence of yeast reducing compounds on frozen – dough stability. In Cereal Chemistry [online], vol. 61, no. 3, p. 209-212. ISSN 0009-0352.

Kontaktní adresa:

doc. Ing. Jindřiška Kučerová, Ph.D.
Mendlova univerzita v Brně, Zemědělská 1
613 00 Brno
kucerova@mendelu.cz

STUDIUM VYBRANÝCH BÍLKOVINNÝCH IZOLÁTŮ Z BRAMBOR**The study of selected protein isolates from potatoes****Lorenc F., Bárta J., Brabcová A., Bártová V.***Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích***Abstrakt**

Pro toto studium byly zvoleny tři typy bílkovinných izolátů z hlíz bramboru (*Solanum tuberosum* L.). Jednalo se o tepelný koagulát *TP* určený pro krmné účely a izoláty využitelné v potravinářství – *Solanica 200* (*S200*) a *Patissionate 301P* (*S301P*). Po separaci bílkovin na systému vysokorychlostní kapalinové chromatografie byla pomocí SDS-PAGE zjištěna přítomnost majoritní frakce o velikosti 16 kDa představující pravděpodobně bramborový inhibitor proteas II (PI-2) nebo inhibitor serinových proteas II (PSPI-21). Analýza obsahu dusíku a dusíkatých látek potvrdila přibližně 90 % přítomnost dusíkatých látek u izolátů *S200* a *S301P*, u izolátu *TP* pouze 77,5%. Rozpustnost jednotlivých izolátů ve vodě byla do 200 g/l u *S200* a do 250 g/l u *S301P*. U izolátu *TP* byla rozpustnost velmi nízká, tudíž nehodnotitelná. Změřený obsah sušiny nabýval těchto hodnot: *TP* – 91,14 %, *S200* – 92,04 % a *S301P* – 91,17 %.

Klíčová slova: bílkoviny, izoláty, inhibitory proteas, SDS-PAGE

Abstract

For this study were selected three types of protein isolates from potato tubers (*Solanum tuberosum* L.). It was the heat coagulate *TP* which is intended for animal feeding and isolates useful for food industry - *Solanica 200* (*S200*) and *Patissionate 301P* (*S301P*). After separation on a fast protein liquid chromatography system was by SDS-PAGE revealed the presence of a majority fraction with approximately molecular weight of 16 kDa probably representing the Potato proteinase inhibitor II (PI-2) or Serine protease inhibitor (PSPI-21). Analysis of the content of nitrogen and protein confirmed the presence of approximately 90% NL in the isolates *S301P* and *S200*, in isolate *TP* only 77.5%. Solubility of protein isolates in water was 200 g/l in *S200* and 250 g/l in *301P*. The *TP* isolate has very low solubility, so it's immeasurable. The measured dry matter content acquired following values: *TP* - 91,14 %, *S200* - 92,04 %, *S301P* - 91,17 %.

Key words: proteins, isolates, protease inhibitors, SDS-PAGE

Úvod

Hlavním zdrojem při průmyslové izolaci bílkovin z hlíz bramboru je průmyslová hlízová voda (PFJ, *Potato fruit juice*), která vzniká jako vedlejší produkt při výrobě škrobu (Konigsveld *et al.*, 2001). Průmyslová hlízová voda není v praxi pro účely izolace proteinů v České republice zatím využívána, na rozdíl od zemí západní Evropy, kde je ve škrobárnách běžně zpracovávána pro získávání vysoce nutričně hodnotných, avšak denaturovaných, proteinů (Shoenbeck *et al.*, 2013). Takto získané proteiny v denaturované podobě se nejčastěji využívají v krmivářství.

Produkty *Solanica S200* a *Patissionate S301P* však představují další krok při zpracování hlízové vody pro izolaci bílkovin a jejich následného využití. Jedná se o izoláty bílkovin v nativním nedenaturované stavu, což umožňuje jejich využití v potravinářství. Díky odstranění většiny obsahu glykoalkaloidů byla prokázána zdravotní nezávadnost těchto produktů (Lynch *et al.*, 2012). Výrazné želírovací a emulgační schopnosti a vysoká pěnivost a rozpustnost těchto izolátů zvyšuje jejich využitelnost v potravinách a potravinářských produktech. Vysoká pěnivost umožňuje použití těchto izolátů jako vhodné alternativy k bílkovému sněhu. Díky vysoké želírovací schopnosti můžeme těmito produkty nahradit želatinu. Emulgační vlastnosti lze využít při výrobě dresinků, zmrzlin nebo smetany (Alting and Pouvreau, 2011).

Cílem této práce bylo studium vlastností vybraných bílkovinných izolátů. U všech typů bylo provedeno ověření rozpustnosti a sušiny. Byly také zjišťovány možnosti separace heterogenní

skupiny inhibitorů proteas z obsažených v izolátu *S301P* pomocí iontově výměnné chromatografie na systému FPLC a jejich následná charakterizace pomocí SDS-PAGE.

Materiál a metody

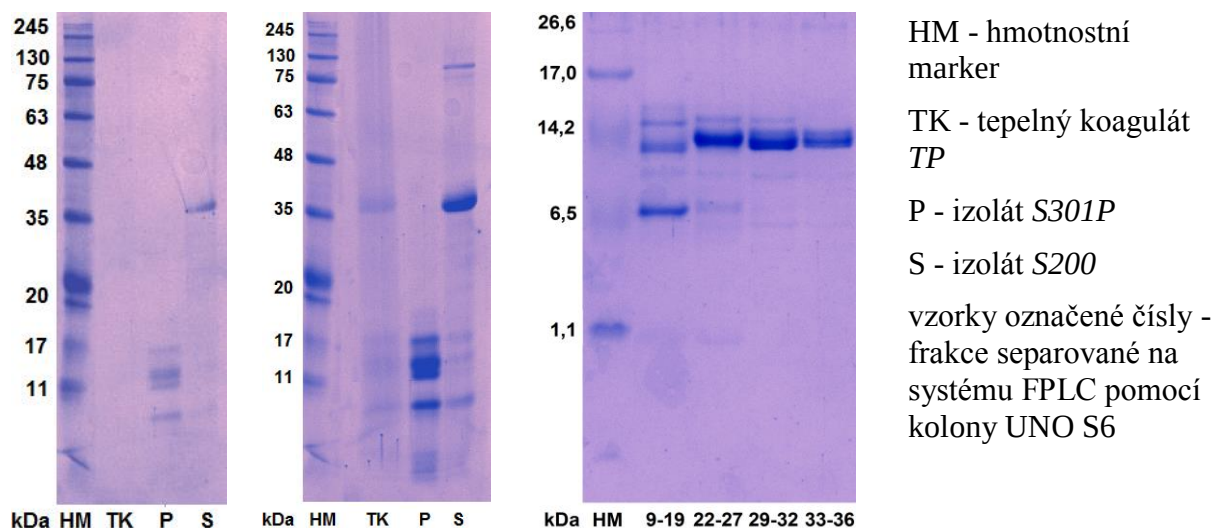
Experiment byl započat v druhé polovině roku 2014 a probíhal do první poloviny roku 2015. Jako materiál byl použit bílkovinný tepelný koagulát (Lyckeby) *TP* a bílkovinné izoláty pro potravinářské využití – *Solanica 200* obsahující bílkoviny patatinového komplexu a *Patissionate 301P* (Solanic, AVEBE) tvořený bílkovinami typu inhibitorů proteas.

V prvním kroku byla zjištěna spektra bílkovin u všech izolátů pomocí elektroforetické metody SDS-PAGE dle Laemmliho (Laemmli, 1970). Pro separaci inhibitorů proteas u izolátu *S301P* na systému vysokorychlostní kapalinové chromatografie (FPLC, *Fast protein liquid chromatography*) Biologic DuoFlow za využití kolony s kationtovým měničem UNO S6 (Bio-Rad, USA). Na základě výsledného chromatogramu byly vybrány 4 frakce, které byly vyhodnoceny pomocí SDS-PAGE. Ověřování koncentrace a čistoty bílkovinných izolátů bylo prováděno pomocí BCA analýzy dle Smithe a kolektivu (Smith *et al.*, 1985) na destičkovém spektrofotometru xMark (Bio-Rad, USA). Pro zjištění relativního obsahu dusíkatých látek a bílkovin v izolátech byla využita modifikovaná Dumasova metoda pomocí analyzátoru dusíku Rapid N Cube (Elementar, Německo), přičemž koeficient pro výpočet dusíkatých látek měl standardně používanou hodnotu 6,25. Vysušením vzorků při 120 °C po dobu tří hodin byl gravimetricky zjišťován obsah sušiny izolátů. Byla ověřena rozpustnost izolátů ve vodě.

Výsledky a diskuze

Pomocí SDS-PAGE bylo analyzováno a vizualizováno zastoupení bílkovinných komplexů v izolátech a následných jednotlivých frakcí separovaných na systému FPLC (Obr. 1-3).

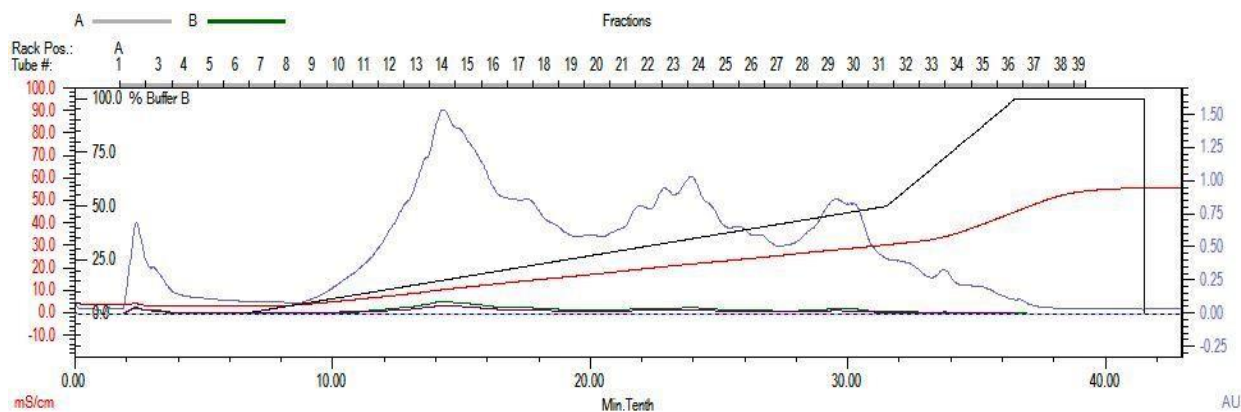
Obr. 1-3 (zleva): SDS-PAGE elektroforeogramy zachycující spektra bílkovin jednotlivých izolátů při ředění 10x (Obr. 1) a 100x (Obr. 2) a frakcí inhibitorů proteas po separaci na systému FPLC za využití iontově výměnné chromatografie (Obr. 4).



Pomocí SDS-PAGE (Obr. 1 a 2) *S301P* (P) došlo k zachycení několika frakcí inhibitorů proteas v rozsahu ~10-20 kDa. U izolátu *S200* (S) došlo k vizualizaci dominantní frakce bílkovin patatinového komplexu o velikosti ~40,7 kDa. Lze však potvrdit také přítomnost inhibitorů proteas v nízké koncentraci u tohoto izolátu. U izolátu typu tepelného koagulátu *TP* lze při ředění 10x pozorovat vyvážené zastoupení inhibitorů proteas a bílkovin patatinového komplexu, avšak při nízké koncentraci dané velmi nízkou rozpustností koagulovaných bílkovin.

Pomocí chromatografické separace na systému FPLC (Obr. 4) došlo k rozdělení inhibitorů proteas do čtyř samostatných frakcí (fr. 9-19, fr. 22-27, fr. 29-32, fr. 33-36 - podle osy frakcí na chromatogramu). Pomocí SDS-PAGE byla provedena kontrola separace (Obr. 3), která potvrdila zastoupení několika frakcí PI's. Nejvýraznější bílkovinné frakce mají velikost ~8 kDa (fr. 9-19) a frakci ~16 kDa jež naznačuje možné zastoupení bramborového inhibitoru proteas II (PI-2) nebo inhibitoru serinových proteas 2 (PSPI-21), (Bártová *et al.*, 2012, Beekwilder *et al.*, 2000).

Obr. 4: Záznam průběhu chromatografické separace izolátu 301P na systému FPLC při využití iontové výměnné chromatografie pomocí kolony UNO S6



Tab. 1: Výsledky BCA analýzy: koncentrace bílkovin v izolátech [μg/ml] vypočítaná dle absorbance

Izolát	Průměrná koncentrace
S200	814,642
S301P	839,941
TK	241,381

Tab. 2: Relativní [%] koncentrace dusíku a dusíkatých látek v izolátech v nativním stavu zjištěné modifikovanou Dumasovou metodou

Izolát	Obsah N	Průměrný obsah N	Obsah NL	Průměrný obsah NL
S200	14,20	14,32	88,73	89,46
	14,40		90,01	
	14,35		89,65	
S301P	14,55	14,61	90,92	91,33
	14,67		91,68	
	14,62		91,38	
TK	12,32	12,40	77,01	77,50
	12,63		78,93	
	12,25		76,56	

Výsledky analýzy BCA (Tab. 1) ukázaly zastoupení bílkovin v izolátech S200 a S301P v koncentraci větší než 800 μg/ml. Nízká koncentrace bílkovin u izolátu TP byla způsobena velmi špatnou rozpustností koagulovaných bílkovin ve vodě. Analýza obsahu dusíku a dusíkatých látek (Tab. 2) potvrdila vysoký obsah bílkovin, tím pádem čistotu izolátů S200 a S301P. U izolátu typu tepelného koagulátu bylo zastoupení samotného dusíku a dusíkatých látek nižší o necelých 15% způsobené pravděpodobně větším podílem příměsí typu nedusíkatých látek. Výsledný obsah bílkovin v izolátech však může být, vzhledem k možné chybě při použití daného koeficientu pro výpočet NL, mírně vyšší. Vzhledem k vysokému obsahu lysinu v hlízových bílkovinách, obsahující ve své molekule dva atomy N, může být obsah N v bílkovinách bramboru celkově vyšší, než je uváděný průměr, tedy 16 %, dle něhož je odvozený koeficient 6,25.

Rozpustnost jednotlivých izolátů ve vodě za optimálních podmínek pH byla do 200 g/l u S200 a do 250 g/l u S301P. U tepelného koagulátu byla rozpustnost velmi nízká, tím pádem

nehodnotitelná. Relativní obsah sušiny nabýval u jednotlivých izolátů těchto hodnot u jednotlivých izolátů: *TP* – 91,14 %, *S200* – 92,04 % a *S301P* – 91,17 %.

Závěr

Pomocí výše uvedených metod byly zjištěny některé chemicko-fyzikální vlastnosti vybraných bílkovinných izolátů z brambor. Pomocí SDS-PAGE bylo prokázáno zastoupení nízkomolekulárních bílkovin u izolátu *S301P* a majoritní zastoupení frakcí o velikosti 40-41 kDa u izolátu *S200*, avšak také se stopami nízkomolekulárních bílkovin. U izolátu *S301P* byla zjištěna přítomnost majoritní frakce o velikosti ~16 kDa, pravděpodobně tvořená buď bílkoviny PI-2 nebo PSPI-21. Výsledky analýzy BCA ukázaly zastoupení bílkovin v izolátech *S200* a *S301P* v koncentraci větší než 800 µg/ml. Analýza dusíkatých látek potvrdila bílkovinnou čistotu izolátů, u izolátu *TP* však byly hodnoty přibližně o 15% nižší. U izolátů *S200* a *S301P* byla potvrzena relativně vysoká rozpustnost izolátů *S200* a *S301P*. Podle výsledků měření obsahu sušiny obsahovaly izoláty v nativním stavu 8-9 % vody.

Dedikace

Práce vznikla v rámci řešení výzkumných projektů GAJU 151/2014/Z a GAJU 058/2013/Z.

Použitá literatura

- Alting, A. C., Pouvreau, L. (2011): Potato proteins. In: Phillips G.O. and Williams P. A. (ed.). Handbook of Food Proteins, Woodhead Publishing Limited, Cambridge, UK. pp. 316-334.
- Bártová, V., Bárta, J., Kamenová, A., Staňková, A. a Čurn, V. (2012): Charakteristika a potenciál využití antimikrobiálních proteinů a peptidů bramboru (*Solanum tuberosum* L.). Chemické listy 106: 365-372.
- Beekwilder, J., Schipper, B., Bakker, P., Bosch, D. and Jongsma, M. (2000): Characterization of potato proteinase inhibitor II reactive site mutant. European Journal of Biochemistry 267: 1975-1984.
- Laemmli, U. K. (1970): Cleavage of Structural Proteins during the Assembly of the Head of Bacteriophage T4. Nature 227: 680-685.
- Lynch, B., Simon, R. R., van Otterdijk, F. M., Emmen, H. H., Giuseppin, M. L. F. and Kemme Kroonsber, C. (2012): Subchronic toxicity evaluation of potato protein isolates. Food and Chemical Toxicology 50: 373-384.
- Koningsveld, G. A., Gruppen, H., De Jongh, H., Wijngaards, G., Boekel, M. A. J. S., Walstr, P. and Voragen, A. G. J. (2001): The solubility of potato proteins from industrial potato fruit juice as influenced by pH and various additives. Journal of the Science of Food and Agriculture 82: 134-142.
- Shoenbeck, I., Graf, A. M., Leuthold, M., Pastor, A., Beutel, S. and Scheper T. (2013): Purification of high value proteins from particle containing potato fruit juice via direct capture membrane adsorption chromatography. Journal of Biotechnology, 12.10 2013 - In press.
- Smith, P. K., Krohn, R. I., Hermanson, G. T., Mallia, A. K., Gartner, F. H., Provenaz, M. E., Fujimoto, E. K., Golki, N. M., Olson, B. J., and Klenik, D. C. (1985): Measurement of protein using bicinchoninic acid. Analytical Biochemistry 150: 76-85.

Kontaktní adresa:

Ing. František Lorenc

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta – katedra Speciální produkce rostlinné, Na Sádkách 1780, 370 05 České Budějovice

e-mail: lorenc.frantisek@gmail.com

KORELAČNÍ KOEFICIENTY MEZI NUTRIČNÍMI UKAZATELI HYBRIDŮ KUKUŘICE PĚSTOVANÝCH TŘI ROKY VE DVOU LOKALITÁCH

Correlarion coefficients between nutritional parameters of maize hybrids grown in two localities within a period of three years

Loučka R.¹, Nedělník J.², Lang J.², Jambor V.³, Třináctý J.², Tyrolová Y.¹, Kučera J.⁴

¹Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i. Praha Uhřetěves

²Zemědělský výzkum, spol. s r.o. Troubsko

³NutriVet s.r.o., Pohořelice

⁴Svaz chovatelů strakatého skotu Praha

Abstrakt

Cílem bylo zjistit vzájemný vztah mezi typy hybridů (ranější vs středně rané, typu dozrávání stay-green a rovnoměrně dozrávajících, typu endospermu moučnatého dent vs sklovitého flint, s využitím na siláž vs na zrno), výnosem, dobou vegetace a nutričními hodnotami vybraných hybridů kukuřice. Polní pokusy s 9 hybridy ranosti od FAO 230 po FAO 320 probíhaly 3 roky v Troubsku a v Praze Uhřetěvesi. Mezi typy hybridů a ostatními ukazateli byly korelační koeficienty vždy nižší než 0,29. Vyšší ($P < 0,001$) korelační koeficient (0,51) byl mezi stravitelností neutrálně detergentní vlákniny (NDFD) a stravitelností organické hmoty (OMD). Se zvyšující se vegetační dobou se snižoval obsah NDF v sušině (-0,42) a zároveň se snižovaly NDFD (-0,39) a OMD (-0,69). Delší vegetační doba korelovala s vyšším výnosem sušiny (0,31).

Klíčová slova: neutrálně-detergentní vláknina, organická hmota, stravitelnost

Abstract

The aim of this study was to find out relationships (correlations) existing between individual types of maize hybrids (early vs. medium early), type of maturity (stay-green and uniformly maturing), type of endosperm (floury vs. glassy), type of use (silage vs. grain), yields, length of the growth cycle, season, and nutritional value of some chosen maize hybrids. Field experiments involved altogether 9 hybrids (showing FAO 230 – FAO 320 category of maturity) and were performed in Troubsko and Prague-Uhřetěves for a period of three years. As far as the types of hybrids and other parameters were concerned, the correlation coefficients were always lower than 0.29. A higher ($P < 0.001$) coefficient of correlation (0.51) existed between the digestibility of neutral detergent fibre (NDFD) and that of organic matter (OMD). The content of NDF in DM increased with the length of growth cycle (-0.42) and values of NDFD and OMD increased as well v (-0.39 and -0.69, respectively). A longer growth cycle (-0.39) was correlated with a higher DM yield (0.31).

Key words: neutral-detergent fibre, organic matter, digestibility

Úvod

Správný výběr hybridů s různým typem ranosti (daným číslem FAO) a typem rostliny může umožnit farmářům efektivně plánovat dobu sklizně i s ohledem na predikovaný výnos sušiny a živin (Marton et al., 2007). Cílem práce bylo stanovit vzájemný vztah mezi typy hybridů, výnosem, dobou vegetace a nutričními hodnotami vybraných hybridů kukuřice.

Materiál a metody

Celkem 9 hybridů kukuřice (*Zea mays* L.) bylo 3 roky pěstováno ve dvou lokalitách vzdálených od sebe 200 km. Hybridy byly v obou lokalitách vysety v přibližně stejnou dobu, ve třech opakováních s náhodně vygenerovaným umístěním v řadách, s hustotou porostu cca 95 tisíc jedinců na ha. Silážní zralost byla sledována průběžně podle mléčné linie zrna a orientační zkoušky na sušinu. Když byla u daného hybridu sušina celých rostlin zhruba 320 g/kg, parcela byla sklizena, stanoven výnos a odebrány vzorky řezanky, které byly usušeny,

pomlety s využitím síta 1 mm a odeslány do laboratoře k analýzám. U homogenizovaných vzorků byly provedeny analýzy standardními metodami podle AOAC (1995) na sušinu, obsah popele, dusíkatých látek, cukrů, škrobu, hrubé vlákniny. Neutrálně detergentní vláknina (NDF) s amylázou byla stanovena podle Van Soesta et al. (1991). Stravitelnost NDF a organické hmoty (OM) byla stanovena metodou *in situ* v bachorové tekutině holštýnských dojníc při inkubaci vzorků 24 hodin.

Korelační koeficienty byly zpracovány v programu Statistica 10 (StatSoft, Tulsa, OK, USA) na hladině významnosti $P < 0.001$.

Výsledky a diskuze

V tabulce 1 jsou korelační koeficienty, ve vložené tabulce i průměrné koncentrace vybraných živin, včetně uvedené směrodatné odchylky.

Ranost hybridu korelovala s typem dozrávání rostliny. Dobu sklizně, výnos, obsahy živin ani jejich stravitelnost ranost významně neovlivnila. Korelační koeficient pro ranost (danou číslem FAO) a typem rostlin s pomalým dozráváním (stay-green) byl 0,35, to potvrdilo, že rostliny typu stay-green potřebují pro dozrání delší čas. Hybridy typu stay-green korelovaly k moučnatému typu zrna dent (0,55) a k využití pro siláž (0,32). Moučnatý typ zrna nevýrazně koreloval ke koncentraci škrobu v sušině (0,27).

Tab. 1 Korelační koeficienty pro typ ranosti (R), typ dozrávání rostliny (D), typ endospermu (E), využití (siláž/zrno), vegetační dobu, výnosy sušiny, obsahy živin a jejich stravitelnosti

Index	R	D	E	S	Sušina	NDF	NDFD	Škrob	OMD	Doba	Výnos
Ranost (R)	1.00	0.35	0.27	0.25	0.03	-0.26	-0.02	0.16	-0.11	0.20	0.21
Typ dozrávání (D)		1.00	0.55	0.32	-0.02	-0.18	-0.09	0.24	-0.05	0.10	0.04
Endosperm (E)			1.00	0.17	-0.09	-0.21	0.07	0.27	0.05	0.17	0.04
Využití na siláž (S)	Průměr	SD		1.00	0.05	-0.08	-0.01	0.20	-0.04	0.08	0.04
Sušina, g/kg	323	22,0			1.00	-0.23	-0.19	0.29	-0.05	0.25	-0.06
NDF, g/kg sušiny	442	47,3				1.00	0.29	-0.23	0.20	-0.42	0.05
NDFD, %	52,4	8,04					1.00	0.01	0.51	-0.39	0.29
Škrob, g/kg sušiny	305	38,8						1.00	-0.05	0.19	-0.13
OMD, %	68,5	8,66							1.00	-0.69	-0.25
Dny vegetace	134	14,5								1.00	0.31
Výnos, t sušiny	19,8	4,35									1.00

NDF, neutrálně detergentní vláknina; NDFD, stravitelnost NDF; OMD, stravitelnost organické hmoty; **Zvýraznění tučně znamená statistickou průkaznost $P < 0.001$**

Testované hybridy kukuřice měly v průměru 323 g/kg sušiny, 442 g/kg sušiny NDF a 305 g/kg sušiny, což je běžný průměr dosahovaný v ČR v posledních třech letech i u dalších testovaných hybridů ($n = 20$, v obou lokalitách).

Mezi typy hybridů a ostatními ukazateli byly korelační koeficienty vždy nižší než 0,29. Delší vegetační doba korelovala s výnosem sušiny (0,31). Se zvyšující se vegetační dobou se snižoval obsah NDF (-0,42), což lze vysvětlit tím, že s přibývajícím dobou sklizně se zvyšuje poměr zrna v palicích k celkové sušině rostlin, a zároveň se snižovaly NDFD (-0,39) a OMD (-0,69), což lze vysvětlit stárnutím zelených částí rostlin. Vyšší korelační koeficient byl mezi NDFD a OMD (0,51). S podobnými výsledky se lze setkat u několika autorů, např. Andrae et al. (2001). Potvrdili, že závislost obsahu škrobu a NDF na OMD a NDFD je nízká. Vysoký obsah NDF je často spojován s nízkým obsahem škrobu. Givens et al. (1995) např. uvádí

jejich vysoce zápornou (-0,89) v kukuřičné siláži. V našem sledování tato závislost byla také zjištěna, ale v mnohem menší míře (-0,23).

V našich pokusech byla potvrzena nízká závislost mezi NDFD a NDF (0,29) a mezi NDFD a výnosem sušiny (0,29). Zde by mohl být rozpor se zjištěním Neylon a Kung (2003), že lepší stravitelnost celé rostliny kukuřice může působit antagonisticky na výnos sušiny. Ti to ale komentovali v tom smyslu, že tato skutečnost by mohla být kompenzována vyšší produkcí mléka u dojnic.

Závěr

V práci jsou uvedeny korelační koeficienty mezi typy hybridů, výnosem, dobou vegetace a nutričními hodnotami vybraných hybridů kukuřice. Ačkoliv testace se uskutečnila na poměrně malém vzorku hybridů (celkem 9, ale ve dvou lokalitách ve třech náhodných opakováních a ve třech letech), výsledky potvrdily, že pokud se rostliny sklízají při srovnatelném obsahu sušiny, vykazují výsledky srovnatelné s těmi, které jsou uváděny v literatuře a dosahovány v praxi. Významně vyšší ($P < 0,001$) korelační koeficient (0,51) byl mezi stravitelností NDF a stravitelností organické hmoty.

Dedikace

Práce je výsledkem řešení výzkumného projektu NAZV MZe QJ1210128

Použitá literatura

- ANDRAE, J.G., HUNT, C.W., PRITCHARD, G.T., KENNINGTON, L.R., HARRISON, J.H., KEZAR, W., MAHANNA, W. (2001) Effect of hybrid, maturity, and mechanical processing of corn silage on intake and digestibility by beef cattle. *Journal of Animal Science*, 79, 9: 2268-2275.
- AOAC (1995): Official Methods of Analysis. 16th Edition. Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC. Vol. 1.
- GIVENS, D.I. COTTYN, B.G., DEWEY, P.J.S., STEG, A. (1995) A comparison of the neutral detergent cellulase method with other laboratory methods for predicting the digestibility in vivo of maize silages from three European countries. *Animal Feed Science and Technology*, 54, 1-4: 55-64.
- MARTON, C., KÁLMÁN, L., ÁRENDÁS, T., BÓNIS, P., SZIEBERTH, D. (2007) Comparisons of some methods for estimating vegetation periods in maize. *Acta Agronomica Hungarica*, 55, 1: 1-5.
- NEYLON, J.M. – KUNG, L.Jr. (2003) Effects of Cutting Height and Maturity on the Nutritive Value of Corn Silage for Lactating Cows. *Journal of Dairy Science*, 86, 6: 2163-2169.
- VAN SOEST, P.J., ROBERTSON, J.B., LEWIS, B.A. (1991) Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74, s. 3583-3597.

Kontaktní adresa:

Ing. Radko Loučka, CSc.

Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i.

Praha Uhřetěves, 104 00 Přátelství 819

loucka.radko@vuzv.cz

HODNOCENÍ HYBRIDŮ KUKUŘICE PODLE POTENCIÁLNÍ MLÉČNÉ UŽITKOVOSTI

Evaluation of maize hybrids with regard to the potential milk production

Loučka R.¹, Nedělník J.², Lang J.², Jambor V.³, Třináctý J.², Tyrolová Y.¹, Kučera J.⁴

¹Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i. Praha Uhřetěves

²Zemědělský výzkum, spol. s r.o. Troubsko

³NutriVet s.r.o., Pohořelice

⁴Svaz chovatelů strakatého skotu Praha

Abstrakt

S využitím vypočítané energetické hodnoty lze odhadnout i produkci mléka z kukuřičné siláže podle programu MILK 2006, který byl vyvinut na Univerzitě Wisconsin v USA. Na základě tříletých pokusů v Troubsku a v Praze Uhřetěvesi byly vybrané hybridy kukuřice hodnoceny s využitím systému MILK2006 podle potenciální mléčné užitkovosti vztažené k jednotce plochy v hektarech a výnosu v tunách sušiny. Zjištěné hodnoty netto energie laktace významně korelují s potenciální mléčnou produkcí na tunu sušiny. Výnos sušiny významně koreluje s potenciální mléčnou produkcí na hektar. Nejsou to však jediné faktory, které výsledné hodnoty ovlivňují. Z ekonomického hlediska je pak důležité, že výsledné hodnocení hybridu je kompilací obou kritérií.

Klíčová slova: MILK2006, sušina, výnos, netto energie laktace NEL

Abstract

When using the calculated energy content of harvested forage, it is possible to estimate also the future production of milk. This can be done by means of the programme MILK 2006 that was developed at the University of Wisconsin (USA). Using this system, results of three-year experiments performed with some chosen hybrids both in Troubsko and Prague-Uhřetěves, were evaluated using the system MILK 2006. The estimation was based on the relationship between the potential milk production and the yield of dry matter (DM) per unit area. Estimated values of net energy per lactation were significantly correlated with estimates of milk production per ton of DM. Yields of DM were significantly correlated with the potential milk production per hectare. However, these parameters were not the only factors that influenced final values. It is important to realise that from the economic point of view the final evaluation of maize hybrids represents a compilation of both criteria.

Key words: MILK2006, dry matter, yield, netto energy of lactation NEL

Úvod

Kukuřičné siláže jsou hlavním zdrojem neutrálně detergentní vlákniny (NDF) ve většině krmných dávek pro vysokoprodukční dojnice. Experimentální data a simulace *in vitro* stravitelnosti NDF (NDFD) siláží ukazují, že jde u kukuřice o vysoce proměnné hodnoty, přitom rozdíly v tomto nutričním parametru mají poměrně citelný dopad na produkci mléka u dojnic. Podle studie Oba a Allena (1999) nárůst NDFD v krmivu (resp. krmné dávce) o jedno procento zvýší denní příjem siláže u dojnic v průměru o 0,17 kg a zároveň denní nádoj mléka o 0,25 kg po přepočtu na 4% tuk FCM. Bal a kol. (2000) konstatují, že krmné zkoušky pro vyhodnocení rozdílů ve výkonnosti zvířat krmených kukuřičnými silážemi z různých hybridů jsou velmi omezené. Proto se pro odhady jejich účinnosti používají modely. Ve světě je k dispozici několik modelů, podle kterých lze s využitím *in vitro* stanovení NDFD předvídat doživost krav (Schwab a kol., 2003, Allen, 2006; Shaver, 2006). Podle Schwaba a kol. (2003) je správný odhad energetické hodnoty kukuřičné siláže velmi důležitý, protože s jeho použitím lze odhadnout i produkci mléka z kukuřičné siláže v programu MILK 2000, který byl vyvinut kolektivem z Univerzity Wisconsin. Tento program byl inovován a s názvem MILK 2006 je stále častěji ve světě využíván k odhadu produkce mléka z hektaru a z tuny

sušiny kukuřice. V originále je volně ke stažení na www.uwex.edu, v českém jazyce na www.vuchs.cz.

Cílem experimentů v Troubsku a Praze Uhříněvsi bylo porovnat v obou lokalitách 9 vybraných hybridů s různou raností, různým typem zrna, způsobem dozrávání (stay-green) a zařazení mezi silážní nebo zrnové. Protože kritérií pro porovnání je mnoho, byly pro tento příspěvek zvoleny 3 z nich, které vycházejí z hodnocení systémem MILK 2006, tedy netto energie laktace (NEL), potenciální produkce mléka na hektar a potenciální produkce mléka na tunu sušiny. Podkladem pro výpočet těchto hodnot jsou obsahy sušiny, proteinu, neutrálně detergentní vlákniny (NDF), škrobu, popela a tuku, dále NDFD a výnos v sušině.

Materiál a Metody

V letech 2012 až 2014 bylo poloprovozně v lokalitách Troubsko a Praha Uhříněves pěstováno 9 vybraných hybridů kukuřice osmi osivářských firem. Hybridy kukuřice byly v obou lokalitách vysety vždy zhruba ve stejný den ve třech opakováních metodou náhodného výběru v počtu 95 tisíc jedinců na hektar. Agrotechnika byla téměř shodná v obou lokalitách i letech. Podrobně je celá metodika sledování a analýz popsána v certifikované metodice Loučka a kol. (2014). Pro hodnocení produktivity hybridů byl využit program MILK2006. Za tím účelem byly laboratorně zjištěny obsahy sušiny, proteinu, neutrálně detergentní vlákniny (NDF), škrobu, popela a tuku, metodou *in sacco* po inkubaci v bachorové šťávě Holštýnských dojníc NDFD a výnos v sušině. Statistické hodnocení proběhlo v programu StatSoft, Inc. (2011). Pro porovnání výsledků byla použita metoda analýzy variance ANOVA Tukeyho HSD testem na hranici významnosti ($\alpha = 0,05$).

Výsledky a diskuze

Mezi hybridy, pokud se porovnávaly z obou lokalit ze tří stanovišť a po tři roky, nebyly zjištěny statistické významnosti ($P > 0,05$). Rozdíly, které byly mezi hybridy statisticky významné v jednotlivých letech nebo mezi lokalitami, se v konečném součtu „smazaly“. Z toho vyplývá, že každý hybrid reaguje na půdně klimatické podmínky jinak a tak se může stát, že rozdíly mezi hybridy nejsou příliš velké. V tabulce 1 jsou uvedeny průměrné rozdíly za všechny hybridy najednou v letech 2012 až 2014 pro každou lokalitu zvlášť. Ze statistického zhodnocení je patrné, že ve všech ukazatelích byly rozdíly mezi Troubskem a Prahou pouze v roce 2012. V ostatních dvou letech významné nebyly.

Tabulka 1 Ukazatele potenciální produkce mléka a energetické hodnoty ve vztahu k výnosu sušiny.

Rok	Index	NEL MJ/kg suš.		Mléko l/t suš.		Mléko l/ha		Výnos t suš.	
		T	P	T	P	T	P	T	P
2012	Průměr	5,95 ^a	6,30 ^b	1438 ^a	1601 ^b	19311 ^a	41252 ^c	13,40 ^a	25,81 ^c
	SD	0,23	0,25	99	93	3326	2957	1,93	1,85
2013	Průměr	6,56 ^b	6,23 ^{ab}	1678 ^b	1548 ^{ab}	31439 ^b	28960 ^b	18,72 ^b	18,73 ^b
	SD	0,23	0,27	99	113	4558	2788	2,38	1,62
2014	Průměr	6,31 ^b	6,29 ^{ab}	1558 ^{ab}	1548 ^{ab}	32349 ^b	32817 ^b	20,74 ^b	21,14 ^b
	SD	0,22	0,25	84	99	3488	4202	1,72	1,71

T = Troubsko, P = Praha, SD = směrodatná odchylka, odlišná písmena v indexu (a.b.c) ve sloupcích pro daný ukazatel značí významnost $P < 0,05$

Zjištěné hodnoty netto energie laktace významně ($P < 0,05$) korelují (viz tab. 2) s potenciální mléčnou produkcí na tunu sušiny (0,99 v Troubsku, 0,97 v Praze). Výnos sušiny významně koreluje s potenciální mléčnou produkcí na hektar (0,96 v Troubsku, 0,93 v Praze). I ostatní

korelace mezi sledovanými hodnotami byly dost vysoké, kromě výnosu sušina a NEL a mléka na tunu sušiny v Praze.

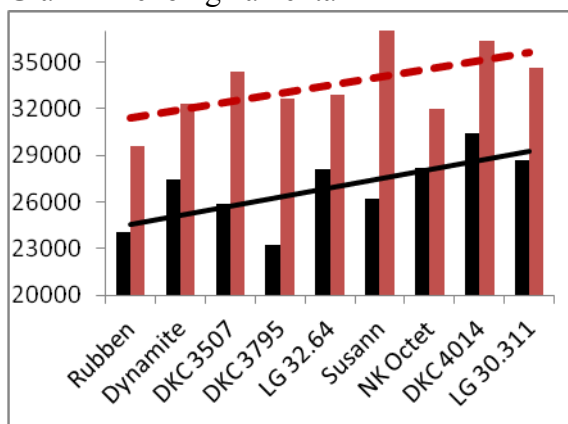
Tabulka 2 Korelace mezi energetickou hodnotou, potenciální produkcí mléka a výnosem sušiny

Ukazatel	Průměr ± SD	NEL MJ/kg suš.	Mléko l/t suš.	Mléko l/ha	Výnos t suš.
NEL MJ/kg suš.	6,28 ± 0,34	1,000	0,993	0,764	0,561
Mléko l/t suš.	1558 ± 135	0,973	1,000	0,720	0,504
Mléko l/ha	27700 ± 7087	0,404	0,517	1,000	0,960
Výnos t suš.	17,62 ± 3,71	0,072	0,193	0,938	1,000

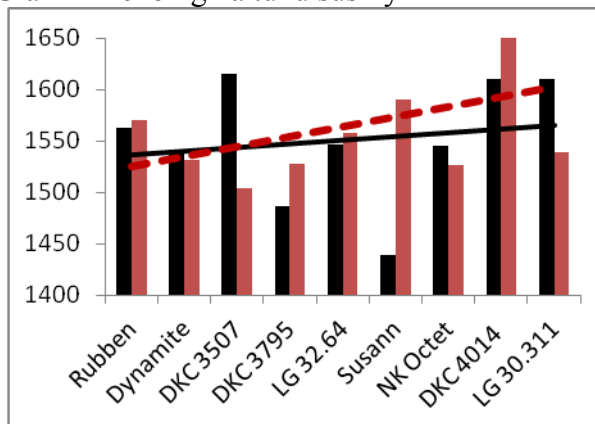
n=27, P<0,05, nahoře vpravo údaje z Troubska, dole vlevo z Prahy

Systém hodnocení kukuřice MILK 2006 zpřesňuje výpočet obsahu energie v kukuřičné hmotě tím, že do výpočtu zařadil kromě obsahu škrobu a NDF také hodnoty stravitelnosti škrobu (s několika paralelními možnostmi jeho výpočtu, nebo stanovení) a stravitelnosti NDF. Do přímých závislostí lze postavit proti sobě kvalitu a výnos. Rozdíly mezi hybridy tak lépe vyniknou a hodnocení je komplexnější, protože zjištěné hodnoty zahrnují nejen kvantitativní, ale i kvalitativní ukazatele. S využitím programu MILK 2006 byly sestaveny grafy, ze kterých je jasně patrná produkční účinnost jednotlivých hybridů. V grafu 1 je uvedena potenciální produkce mléka v kg na hektar. V levých sloupcích jsou hodnoty z Troubska, v pravém z Prahy. Spodní spojnice trendu je z Troubska a má hodnoty $y = 527,13x + 30902$, $R^2 = 0,3946$, horní přerušovaná čára má hodnoty $y = 586,91x + 23970$, $R^2 = 0,4892$ zde je jasně patrný trend zvyšování produkce na hektar se zvyšujícím se číslem FAO. V grafu 2, kde je uvedena potenciální produkce mléka v kg na tunu sušiny již nejsou závislosti tak těsné. Spojnice trendu v Troubsku měla hodnoty $y = 3,4806x + 1533,6$, $R^2 = 0,0259$, v Praze $y = 9,7295x + 1515,7$, $R^2 = 0,1531$.

Graf 1 Mléko kg na hektar

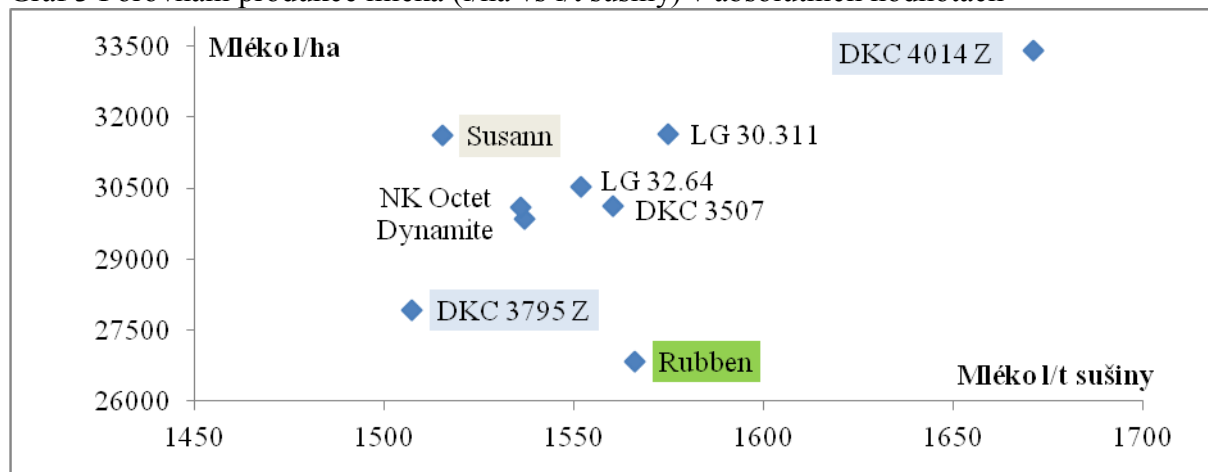


Graf 2 Mléko kg na tunu sušiny



V grafu č. 3 je porovnání produkce mléka (l/ha vs l/t sušiny) v absolutních hodnotách, což je nejběžnější způsob grafického porovnání hybridů podle dvou ukazatelů. Hybrid, který je nejvýše a vpravo má nejvyšší produkci mléka na hektar a zároveň i na tunu sušiny. Porovnání lze vyjádřit i rozdílem od průměru v absolutních hodnotách, případně v rozdílech v procentech od průměru. Rozdíly v litrech na hektar byly mezi hybridy do 4,5 %, jen jeden hybrid vykazoval rozdíl +10% a jeden hybrid rozdíl -11,5%. Rozdíly v litrech na tunu sušiny byly nižší, u DKC4014 +7,3% a u DKC3795 -3,2%. Shodou okolností oba hybridy byly označeny šlechtitelem za zrnové. Hybrid Ruben s nejnižším číslem FAO 230 měl produkci mléka na hektar nejnižší, ale po stránce kvality (l/t sušiny) byl na průměru ostatních hybridů.

Graf 3 Porovnání produkce mléka (l/ha vs l/t sušiny) v absolutních hodnotách



Závěr

Cílem experimentů v Troubsku a Praze Uhříněvsi bylo porovnat v obou lokalitách 9 vybraných hybridů. S využitím systému hodnocení kukuřice MILK 2006 byly hybridy podrobeny analýze potenciální schopnosti pro odhad produkce mléka dojníc na hektar půdy a na tunu sušiny vyrobené hmoty, včetně výpočtu energetické hodnoty krmiva. MILK 2006 je pro praktické hodnocení kvality jednotlivých hybridů názornější než jen pouhý obsah energie. Má především praktické využití. Chovatelé skotu převodu na mléko lépe rozumí.

Dedikace

Metodika je výsledkem řešení výzkumného projektu NAZV MZe QJ1210128.

Použitá literatura

- Allen, M. (2006) CornPicker® for silage: a partial budget approach. Mich. Dairy Rev. 11:1-6.
- AOAC (1995) Official Methods of Analysis. 16th Edition. Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC. Vol. 1.
- Bal, M.A., Shaver, R.D., Shinnors K.J., Coors J.G., Lauer J.G., Straub R.J., Koegel R.G. (2000) Stage of maturity, processing, and hybrid effects on ruminal in situ disappearance of whole-plant corn silage. Animal Feed Science and Technology, 86, 1-2: 83-94.
- Oba M., Allen M.S. (1999) Evaluation of the importance of the digestibility of neutral detergent fiber from forage: Effects on dry matter intake and milk yield of dairy cows. Journal of Dairy Science, 82: 589–596.
- Shaver, R., 2006 Corn Silage Evaluation: MILK 2000 Challenges and opportunities with MILK 2006. www.uwex.edu.
- Schwab E.C., Shaver R.D., Lauer J.G., Coors J.G. 2003 Estimating silage energy value and milk yield to rank corn hybrids. Animal Feed Science and Technology, 109:1–18.

Kontaktní adresa:

Ing. Radko Loučka, CSc.
Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i.
Praha Uhříněves, 104 00 Přátelství 819
loucka.radko@vuzv.cz

VLIV LISTOVÉ VÝŽIVY NA KVALITU PLODU JABLONÍ**The effect of foliar nutrition on quality of apples****Neumannová A., Kurešová G.***Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Praha***Abstrakt**

V jednoletém pokusu byl sledován vliv listové výživy na kvalitu a velikost plodů jabloní. Ověřovaná hnojiva, hydrolyzát vápenatý a hydrolyzát draselný s mikroelementy, byla střídavě aplikována na odrůdy 'Topaz' a 'Rosana' v osmi termínech v desetidenních intervalech. V době sklizně bylo provedeno základní kvalitativní hodnocení plodů jabloní s aplikací listového hnojiva v porovnání s jablky z kontrolních neošetřených jabloní. Velikost a kvalita jablek z hnojených jabloní byla výrazně vyšší než u kontrolní varianty.

Klíčová slova: listová výživa, mikroelementy, hořčík

Abstract

In the one-year experiment the effect of foliar nutrition on quality and fruit size of apple was determined. The fertilizers, calcium and potassium hydrolysates with microelements were alternately applied to varieties 'Topaz' and 'Rosana' eight times at ten-day intervals. At harvest basic quality of fruit apples treated with foliar fertilizer was compared to untreated control apples. The size and quality of apples from fertilized apple trees were considerably higher than apples from control treatment.

Key words: foliar nutrition, microelements, magnesium

Úvod

Ovocné stromy se pěstují na jednom stanovišti mnoho let, čímž dochází postupně k jednostrannému odčerpávání živin a do jisté míry i zhoršování půdních vlastností. Nedochází ke střídání plodin, tudíž je obtížnější obnova půdní úrodnosti i zajištění správné výživy. Po výsadbě sadu je již obtížné dodání živin do větších hloubek, je zapotřebí dostatečné vyhnojení pozemku před výsadbou (Vaněk et al., 1998).

Jako doplněk výživy pro speciální kultury lze použít mimokořenovou výživu rostlin. Mimokořenovou výživou rostlin rozumíme příjem a utilizaci minerálních (ale i organických) živin aplikovaných na nadzemní části rostlin ve formě vodných roztoků (Richter, 2004). Nejvíce z aplikovaných roztoků ulpí na listech, proto se běžně používá termín foliární neboli listová výživa.

Předností listové výživy je rychlost působení aplikace (Vaněk et al., 1998), schopnost dodat potřebné živiny ve vhodné formě a v optimální fázi vývoje rostliny přímo na místo spotřeby (Trčková et al., 2009). Nevýhodou je nutnost opakování zásahů s ohledem na nízké koncentrace živin, kvůli k nebezpečí poškození porostů (Vaněk et al., 1998).

Použití listových hnojiv je nejvíce výhodné při dočasně nepříznivých podmínkách pro příjem živin z půdy a k dodání stopových živin a Mg během vegetace (Trčková et al., 2009).

Na maloparcelkovém pokusu v Praze Ruzyni jsme aplikovali u odrůd 'Topaz' a 'Rosana' nově navržené listové hnojivo s cílem zlepšit výživu jaderovin. Úkolem této práce bylo ověření účinku nového hnojiva z hlediska velikosti a tržní kvality plodů jabloní.

Materiál a Metody

Pokus byl založen a vyhodnocen v roce 2014 v sadu na stanovišti v Praze Ruzyni. K pokusu bylo vybráno třicet stromů jabloní v období plodnosti, odrůdy 'Topaz' a 'Rosana'. Každá z odrůd byla rozdělena na čtyři skupiny pokusných stromů, u kterých bylo aplikováno navržené hnojivo a čtyři kontrolní skupiny bez aplikace. Základní charakteristika sledovaných odrůd jabloní je uvedena v tabulce č. 1.

Tab.1. Charakteristika sledovaných odrůd jablek

Odrůda	Původ	Vzrůst	Velikost plodů	Pomologické dělení dle zrání
'Topaz'	ČR	středně silný	střední	zimní
'Rosana'	ČR	středně silný až silný	střední	zimní

Na začátku vegetace byla provedena listová analýza výživného stavu. Vzhledem k fyzikálně-chemickým vlastnostem byl na stromy určené ke hnojení střídavě aplikován čistý kolagenní hydrolyzát vápenatý pro zajištění přísunu vápníku a kolagenní hydrolyzát draselný s mikroelementy. Bylo provedeno celkem osm aplikací v přibližně desetidenních intervalech. Doba aplikace je uvedena v tab. č. 2.

Tab.2. Doba aplikace listového hnojiva

Odrůda	Aplikace: Ca – hydrolyzát	Aplikace: K – hydrolyzát s mikroelementy
'Topaz'	15. 5., 6. 6., 30. 6., 17. 7.	5. 5., 26. 5., 17. 6., 10. 7.
'Rosana'	15. 5., 6. 6., 30. 6., 17. 7.	5. 5., 26. 5., 17. 6., 10. 7.

Základem nově formulovaného hnojiva je vápenatý nebo draselný kolagenní hydrolyzát, tj. směs volných aminokyselin a oligopeptidů o molekulové hmotnosti 500 – 700, který se získává alkalickou hydrolyzou postružin a okyseluje se na hodnotu pH 5,5 -7,0.

Přítomnost hydrolyzátu určuje příznivé užitné vlastnosti hnojiva, zejména dobrou přilnavost k povrchu listu, hygroskopičnost (schopnost poutat vzdušnou vlhkost) a schopnost vázat či chelatovat stopové prvky. Zmíněná hygroskopičnost je důležitá zejména při obnově vlhkého filmu na povrchu listů, který usnadňuje vlastní příjem živin (Horák et al., 2015). Vápenatý hydrolyzát obsahuje N 40 g/l (tj. 4%) a CaO 30 g/l (3%). Obsah živin v draselném hydrolyzátu s mikroelementy je vypsán v tab. č. 3.

Tab.3. Obsah živin v %

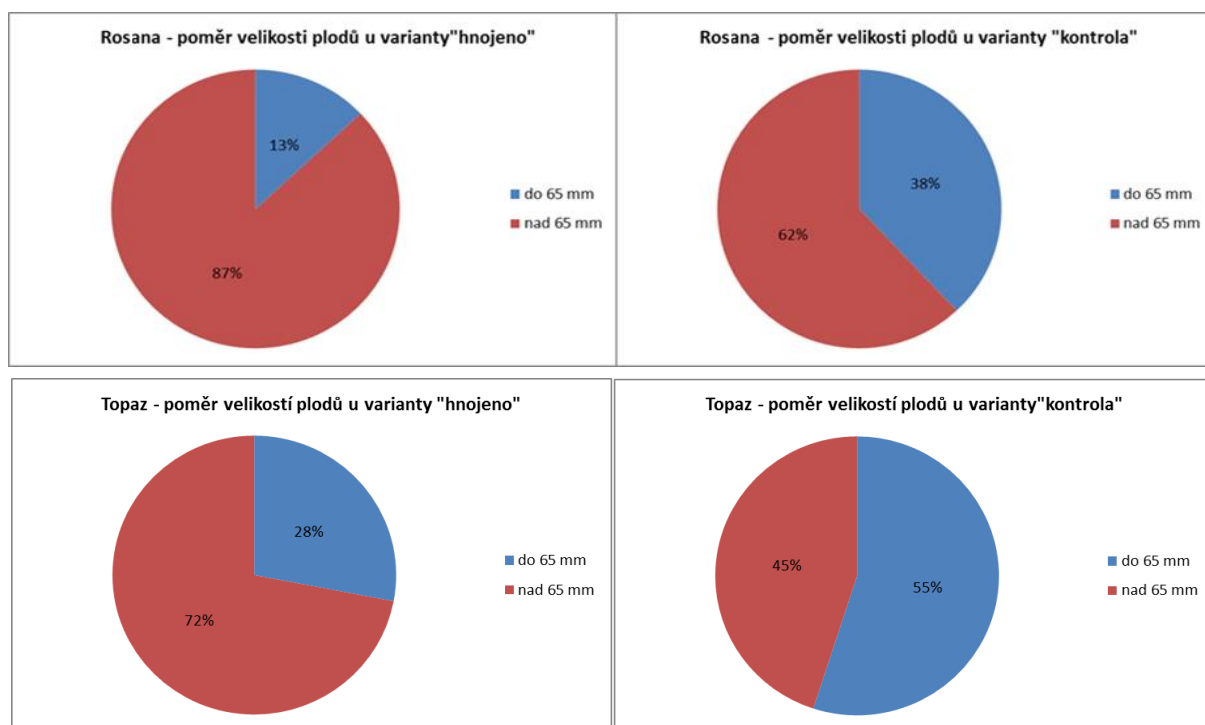
	N	K ₂ O	Zn	Fe	Mn	B	S
Draselný hydrolyzát s mikroelementy	4	1,5	0,2	0,05	0,2	0,02	0,1

Na konci vegetace bylo u sklizených jablek provedeno základní kvalitativní hodnocení: velikost plodů, hmotnost plodů, vybarvení, živočišní škůdci, houbové choroby, fyziologická poškození a kvalitativní zařazení.

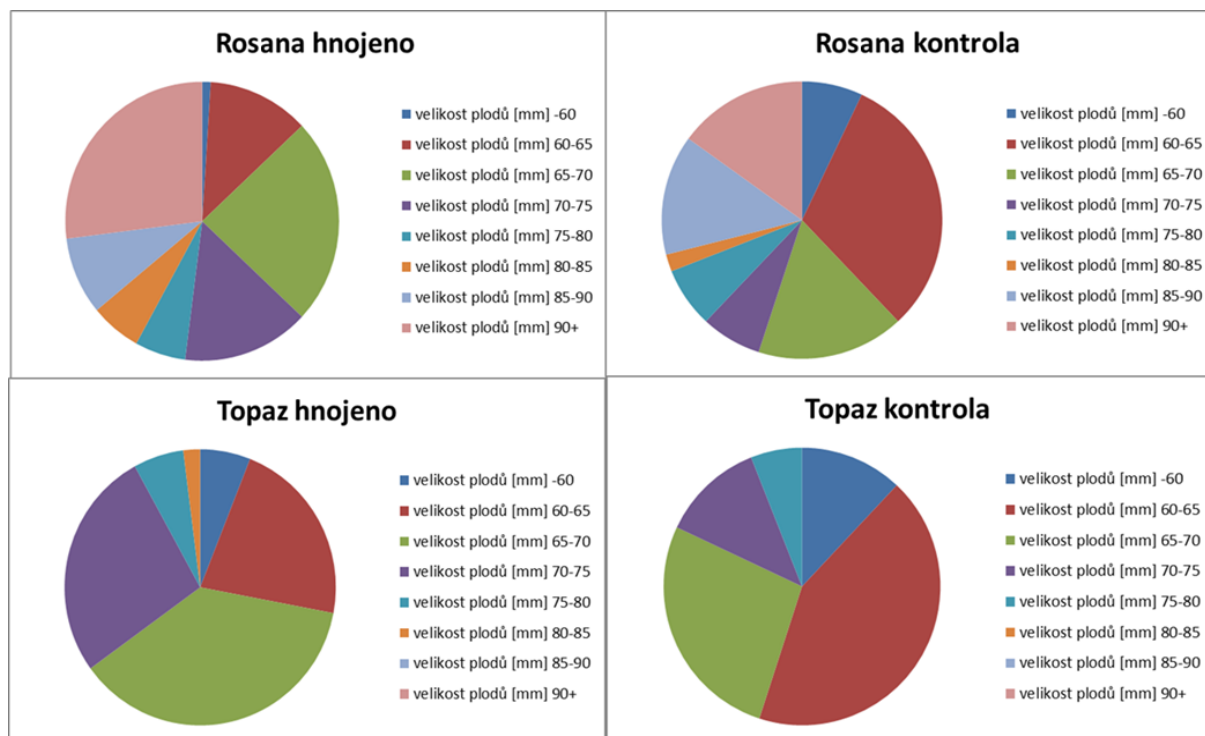
Výsledky a diskuze

Velikost a hmotnost plodů byla vyšší u hnojené varianty odrůdy 'Topaz' i 'Rosana', u kontrolní varianty byl v obou případech zjištěn vyšší podíl menších plodů ('Rosana' 38%, 'Topaz' 55% plodů do 65 mm). U odrůdy 'Rosana' ošetřené hnojivem bylo plodů o velikosti do 65 mm pouze 13%, u odrůdy Topaz 28% (Graf 1, Graf 2).

V napadení škůdci či houbovými chorobami nebyl mezi variantami nalezen významný rozdíl.

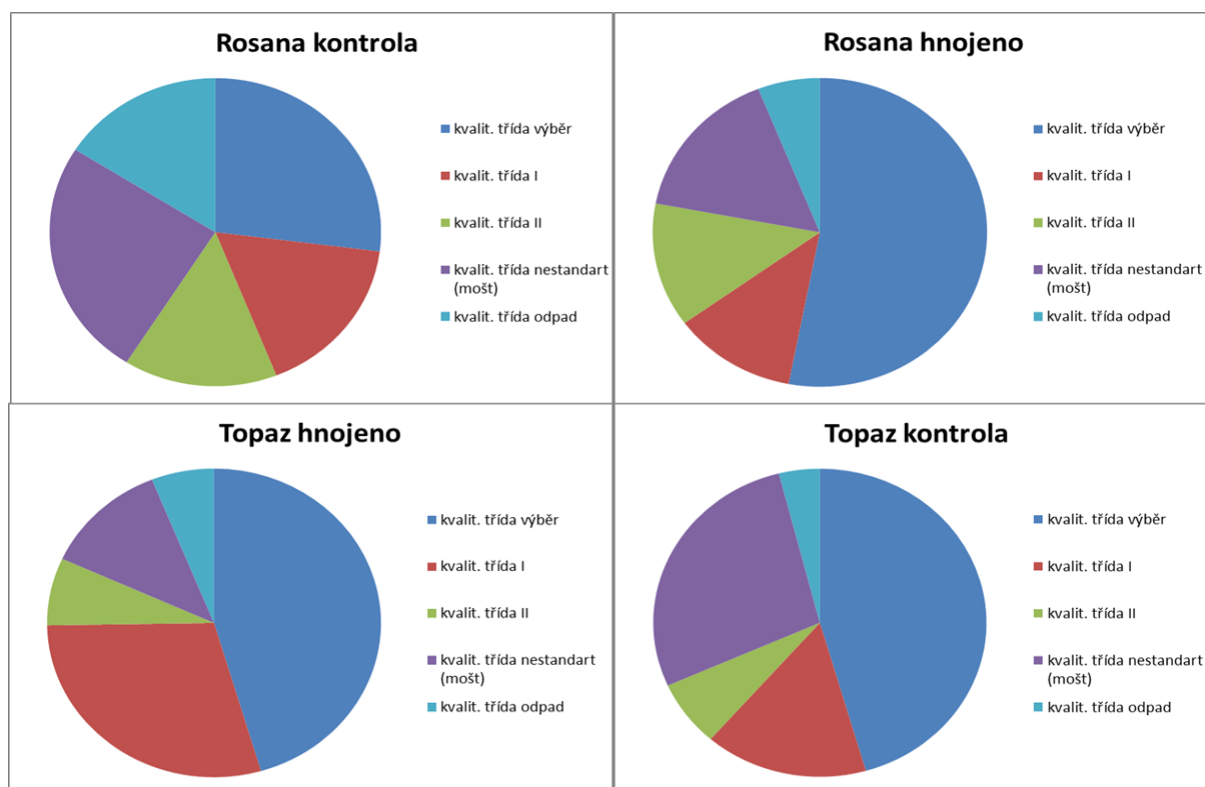


Graf č. 1: Poměr velikosti plodů u odrůd 'Rosana' a 'Topaz'



Graf č. 2: Podíl velikostních kategorií plodů u odrůd 'Rosana' a 'Topaz'

Jablka byla rozdělena do pěti kvalitativních tříd: Výběr, Třída I, Třída II, Nestandard (Mošt), Odpad. Do kategorie Mošt a Odpad byla zařazena jablka u kontrolní varianty odrůdy Rosana ve 41% oproti 22% u ošetřené varianty. Podobně u odrůdy Topaz patřilo 32 % z kontrolní varianty do kategorie Mošt a Odpad oproti 18 % u varianty ošetřované (Graf 3).



Graf č. 3: Rozdělení plodů do kvalitativních tříd

Závěr

Výsledky pokusu potvrdily pozitivní vliv nově navrženého listového hnojiva na velikost a kvalitu plodů jabloní. Varianty s aplikací listových hnojiv se vyznačovaly vyšším stupněm kvality plodů.

Dedikace

Příspěvek byl připraven s podporou projektu NAZV QJ1210209 a Výzkumného záměru VÚRV MZE0002700604.

Použitá literatura

- Horák, J., Raimanová, I., Kurešová, G., Trčková, M. 2015. Listová hnojiva s obsahem kolagenního hydrolyzátu pro výživu révy vinné Uplatněná certifikovaná metodika. Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i. Praha. 31 s. ISBN: 978-80-7427-169-4.
- Trčková, M., Raimanová, I., Svoboda, P. 2009. Listová výživa obilnin Uplatněná certifikovaná metodika. Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i. Praha. 38 s. ISBN: 978-80-7427-030-7.
- Vaněk, V., Balík, J., Němeček, R., Pavlíková, D., Tlustoš, P. 1998. Výživa a hnojení polních plodin, ovoce a zeleniny. Farmář a Zemědělské listy. Praha. 124 s. ISBN: 80-902413-1-X
- Richter, R. Mimokořenová výživa rostlin [online]. Brno. Ústav agrochemie výživy rostlin MZLU v Brně. 23. ledna 2004 [cit. 2015-10-13]. Dostupné z <http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/vyziva_rostlin/html/prijem_zivin/prijem_mimokorenovy.htm>

Kontaktní adresa:

Ing. Adéla Neumannová
Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i.
Drnovská 507, 161 06 Praha 6 – Ruzyně
neumannova@vurv.cz

PŘÍPRAVA KVASŮ Z JEČMENE A TRITIKALE S VYUŽITÍM KOMERČNÍCH STARTOVACÍCH KULTUR

The barley and triticale sourdough preparation with the use of commercial starter cultures.

Rysová J.¹, Fiedlerová V.¹, Laknerová I.¹, Winterová R.¹, Erban V.¹, Vaculová K.²,
Martinek P.²

¹Výzkumný ústav potravinářský Praha, v.v.i.

²Agrotest fyto, s.r.o.

Abstrakt

Mouky z ječmene a tritikale jsou netradičními surovinami při pečení chleba a při přípravě chlebového kvasu. Pro práci byly využity komerční startovací kultury Florapan L62, Saf Levain LV1 a LV2 a Reinzucht Sauerteig Original. Kultivace probíhala na světlé ječné mouce a na celozrnných moukách z nahého ječmene a tritikale. Byla sledována titrační kyselost kvasů, obsah cukrů a organických kyselin. Z vybraných kvasů byl upečen chléb, který prošel nutričním a senzoryckým hodnocením. Kvasy z celozrnných materiálů byly více kyselé, ale všechny kultury poskytly kvasy vhodné pro pečení chleba. Byly zaznamenány menší rozdíly v obsahu cukrů a podílu organických kyselin, které jsou dány vlastnostmi vstupních surovin a jednotlivých startovacích kultur.

Klíčová slova: ječmen, tritikale, mouka, kvas, startovací kultury

Abstract

Barley and triticale flours are non-traditional materials for bread baking and sourdough preparation. Commercial starter cultures Florapan L62, Saf Levain LV1 and LV2 and Reinzucht Sauerteig Original were used in this work. The cultivation was carried out on a plain barley flour and wholemeal flours from naked barley and triticale. Titratable acidity, sugars and organic acids content were monitored during fermentation. From selected sourdoughs were baked breads and the nutritional and sensory analysis of these breads was performed. Sourdough from wholemeal materials were more acidic, but all cultures have provided sourdough applicable for bread baking. There were some differences in the carbohydrate content and in the proportion of organic acids, which depend on the raw materials and starter cultures properties.

Key words: barley, triticale, flour, sourdough, starter

Úvod

Celozrnné mouky z nahého ječmene (*Hordeum vulgare* var. *Nudum*) a tritikale (*X Triticosecale* Wittmac) představují zdroj nutričně cenných vitaminů, vlákniny a minerálních látek. (Kan 2015, Fossati a kol.1996, Widodo a kol.2015). Cílem práce bylo vyzkoušení přípravy chlebového kvasu z těchto netradičních surovin s využitím komerčních startovacích kultur a ověření využitelnosti takových kvasů při pečení chleba.

Materiál a metody

Komerční startovací kultury FloraPan L62 (Lalemand Baking Solutions), Saf LevainLV1 a LV2 (Lesaffre Ingredients Services), Reinzucht sauerteig ORIGINAL (Ernst Böcker GmbH& Co.KG), mouka pšeničná chlebová a žitná (Ireks Enzyma), nahý ječmen a tritikale (Agrotest fyto) mleté na celozrnnou mouku (FF servis), ostatní suroviny z obchodní sítě.

K přípravě těsta a pečení chleba sloužila pekárna ETA 2147 Duplica Vital. Kultivace kvasů probíhala za podmínek doporučených výrobcem, v případě kultur LV1 a LV2 byly podmínky stanoveny experimentálně (Tab.1). Po 4 přeočkováních byl kvas analyzován a využit na pečení chleba.

Byly použity běžné metody stanovení základního složení. Měrný objem (Mo) byl stanoven pomocí kalibrované nádoby a skleněných kuliček. Titrační kyselost (TTA) byla stanovena

alkalimetricky, obsah *nebílkovinného dusíku (NPN)* byl stanoven ve filtrátu po srážení extraktu bílkovin 12% kyselinou trichloroctovou, *obsah cukrů* HPLC s refraktometrickou detekcí, obsah *organických kyselin* HPLC s UV detekcí. Výsledky analýz jsou průměrem 2 paralelních stanovení.

Senzorické hodnocení probíhalo ve specializované laboratoři. Byla použita stupnicová metoda s grafickou stupnicí (úsečka 100mm). Součástí statistického vyhodnocení je Shapiro-Wilkův test normality (na hladině významnosti 5 %), test odlehlosti výsledků podle Dean-Dixona ($Q_{krit11} = 0,392$; $Q_{krit10} = 0,412$ na hladině významnosti $\alpha = 0,05$), Friedmanův test na statistické zpracování výsledků pořadové zkoušky na hladině významnosti $\alpha = 0,05$

Tab.č.1: podmínky kultivace kvasů

kultura	teplota(°C)	čas (hod)	kultury na mouku (%)	sušina kvasu(%)	kvasu na mouku (%)	deklarován obsah
FloraPan L62	30	16	0,012	37	30	Lactobacillus brevis, heteroferm.
FloraPan L62-nová verze	25	20	0,08	37	30	Lact. brevis, heteroferm.
Saf LevainLV1	37	16	0,2	36	30	Lactobacillus casei a L. brevis
Saf LevainLV2	37	16	0,2	36	30	L. brevis, BIO certifikace
Reinzucht sauerteig ORIGINAL	27	18	9,1	44	10	Lactobacillus sanfranciscensis

Výsledky a diskuse

Výsledky kultivace jednotlivých startovacích kultur na ječné a tritikalové mouce jsou v tabulce č.2. Celozrnná mouka je fermentována více než mouky ostatní. Všechny materiály při opakovaném přeočkování dostatečně prokysávají. Obsah *nebílkovinného dusíku* je v žitných kvasech vyšší než v ječných a naopak kvasy z triticales mají vyšší NPN než kontrolní žitný kvas. Obsah zbytkové glukózy byl u fermentace ječné mouky poměrně vyrovnaný, při fermentaci triticales obsahuje více glukózy žitný kvas. Podíl kyseliny mléčné v kvasech se pohybuje v širokém rozmezí 42-90% v závislosti na druhu startovací kultury a použité mouce včetně její původní mikroflóry.

Z kvasů byly upečeny chleby, příklady složení těchto chlebů jsou v tabulce 2 a výsledků senzorického hodnocení na obrázcích č. 1- 3. S rostoucím podílem triticales se mírně zvyšuje obsah popela a klesá měrný objem chleba. Chleby s vyšším podílem tritikalové nebo ječné mouky dosahují vyšší kyselosti.

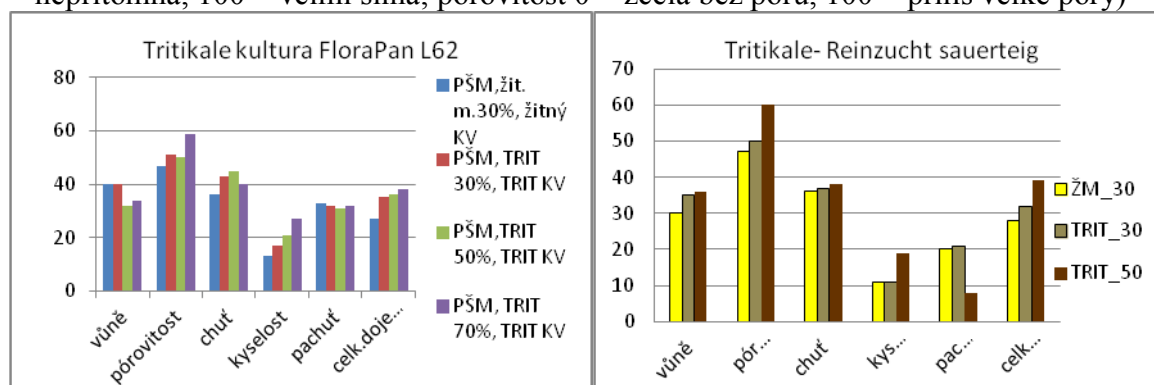
Z výsledků pořadového testu chlebů s triticales a kvasů z kultury Florapan L62 vyplývá, že nebyl zaznamenán rozdíl mezi 30% žitné nebo tritikalové mouky v chlebu, hodnocení dalších 3 vzorků bylo velmi podobné. Na hladině významnosti 5 % neexistuje statisticky významný rozdíl mezi vzorky jako celkem a ani mezi jednotlivými dvojicemi vzorků. Při použití kvasu z kultury Reinzucht sauerteig byl preferován kontrolní vzorek, chléb s 50% triticales byl na konci pořadí. V pořadovém testu ječných chlebů s kvasem z kultury Florapan byly vzhledem ke specifické chuti preferovány chleby s nižším podílem ječmene.

Předložené vzorky chlebů byly obecně hodnoceny příznivě, výsledky většinou nepřekročily průměr 50 bodů. Výsledky hodnocení vůně a chuti byly celkem vyrovnané, hodnotitelům lépe voněl a chutnal chléb s 30% podílem ječné/tritikalové mouky. Vyhovující byly pekařské výrobky i z hlediska pórovitosti střídky a kyselosti, která je vyšší u celozrnné suroviny. U všech předložených výrobků z triticales byla shledána i nízká intenzita pachuti. Chléb s ječmenem se hodnocením více blíží průměru, protože má nezvyklou chuť.

Tabulka č.2: přehled kvasů z ječné mouky a z triticales (TTA titrační kyselost, NPN nebílkovinný dusík)

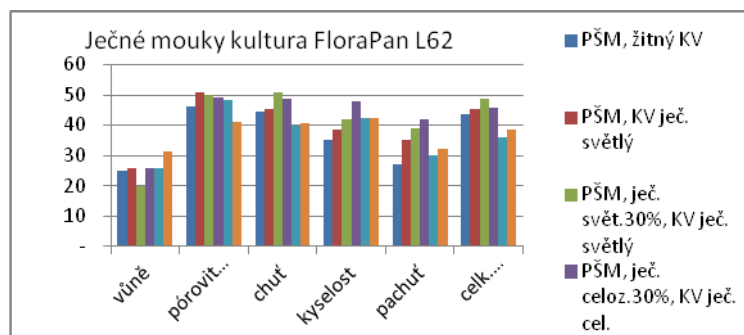
kultura	mouka	pH	sušina (%)	TTA/suš .	NPN/suš.	glukóza	fruktóza	maltóza	manitol	Mléč./octová
FloraPan L62	ječ. celoz.	3,45	36,0	488,54	2,76	0,99	0,02	0,28	0,16	49,9
stará	ječ. světlá	3,50	37,3	411,28	2,19	0,63	0,03	0,18	0,11	52,4
	žitná	3,35	36,7	434,08	3,19	0,86	0,06	0,09	0,19	76,6
LV1	ječ. celoz.	3,72	37,1	553,10	2,88	0,11	0,27	0,22	0,38	42,3
	ječ. světlá	3,68	38,0	442,38	2,13	0,08	0,13		0,13	45,8
	žitná	3,77	36,2	498,94	3,58	0,13	0,38	0,16	0,49	55,6
LV2	ječ. celoz.	3,79	37,2	530,63	2,96	0,11	0,21	0,16	0,27	43,7
	ječ. světlá	3,69	37,7	449,39	2,12	0,11	0,13		0,27	45,6
	žitná	3,76	36,4	483,42	3,41	0,11	0,21	0,11	0,38	51,3
Reinzucht	ječ. celoz.	3,75	45,5	418,31	2,12	0,88	0,00	0,26	0,24	52,8
sauerteig	ječ. světlá	3,70	45,2	327,37	1,92	0,75	0,00	0,19	0,19	52,9
	žitná	3,65	44,8	349,70	2,55	0,83	0,10	0,21	0,30	73,7
FloraPan L62	trit. celoz.	3,70	36,7	493,12	3,88	2,05	0,22		0,79	89,7
nová	žitná	3,55	37,4	383,86	2,63	2,99	0,27	0,29	0,94	77,4
FloraPan L62	trit. celoz.	3,59	37,1	527,91	5,08	0,94	0,19		0,70	90,0
stará	žitná	3,41	37,6	493,12	2,46	2,79	0,27	0,27	0,59	70,6
LV1	trit. celoz.	3,64	37,3	528,24	4,79	0,14	0,11	0,13	0,54	68,9
	žitná	3,45	37,2	423,78	3,64	0,46	0,13	0,19	0,59	57,6
LV2	trit. celoz.	3,65	37,7	573,22	4,68	0,27	0,11		0,72	76,0
	žitná	3,45	37,3	525,92	3,17	0,37	0,11		0,64	79,2
Reinzucht	trit. celoz.	3,49	44,3	503,63	3,16	1,92	0,07	0,10	1,35	90,5
sauerteig	žitná	3,62	43,8	470,67	2,65	2,47	0,09	0,11	1,46	81,4

Obr. č. 1-3: Senzorické hodnocení chlebů s vyloučením odlehlých výsledků dle Dean-Dixonova testu (stupnice 0 – 100 bodů; vůně, chuť, celkový dojem 0 = vynikající; 100 = velmi špatný; kyselost 0 = zcela vyhovující; 100 = absolutně nevyhovující; intenzita pachuti 0 = nepřítomna, 100 = velmi silná; pórovitost 0 = zcela bez pórů, 100 = příliš velké póry)



Tab. č. 3: chleby z pšeničné mouky chlebové, mouky z ječmene a tritikale, výsledky složení v g/100g sušiny

Vzorek KV=kvas	TTA/suš. mmol/kg	Měr. objem ml/100g	bílkoviny	popel	tuk
žitná mouka 30%, žit. KV FloraPan	98,3	251,40	12,5	2,8	1,9
TRIT 30%, TRIT KV FloraPan	118,8	244,14	13,4	3,1	1,9
TRIT 50%, TRIT KV FloraPan	112,8	235,30	13,4	3,2	1,8
TRIT 70%, TRIT KV FloraPan	120,2	185,53	12,9	3,5	1,9
žitný KV Reinzucht sauersteig	118,2	255,54	13,6	2,7	1,6
TRIT KV Reinzucht sauersteig	112,0	266,32	14,0	2,7	1,7
žitná mouka 30%, žit. KV Rein. sauert.	124,8	251,32	13,0	2,8	1,9
TRIT 30%, TRIT KV Reinzucht sauersteig	125,9	256,69	13,4	3,2	2,3
TRIT 50%, TRIT KV Reinzucht sauersteig	133,3	237,41	13,3	2,9	1,9
žitný KV FloraPan	85,2	174,79	13,9	2,7	2,2
ječ. světlý KV FloraPan	89,1	220,07	13,9	2,8	2,3
ječ.svět.30%, ječ. svět.KV FloraPan	108,5	187,08	12,5	2,9	2,3
ječná cel. 30%, ječ. cel. KV FloraPan	112,4	184,51	13,3	2,8	2,7
ječná cel. KV FloraPan	108,4	202,75	13,5	2,6	2,7
žitná mouka 30%, žitný KV FloraPan	99,3	210,40	12,0	2,8	2,6



Závěr

V průběhu práce se ukázalo, že jemně mleté celozrnné mouky z nahého ječmene a tritikale jsou dobře použitelné jako surovina pro přípravu chlebových kvasů s využitím komerčních startovacích kultur a tyto kvasy je možné využít při pečení chleba. Chleby s 30% obsahem ječné nebo tritikalové mouky jsou senzoricky dobře přijímány, při vyšším obsahu této mouky záleží na individuálních preferencích konzumentů.

Dedikace

Práce byla provedena s podporou projektu NAZV QJ121O257.

Použitá literatura

Kan, A.: Rec. Nat. Prod. 9 (1), 2015, 124-134, <http://nutritiondata.self.com/>
 Fossati, D., Fossati, A., Feil, B.: [Developments in Plant Breeding](#). 5, 1996, 793-797.
 Widodo, A.E., Nolan, J.V., Iji, P.A: South African Journal of Animal Science 2015, 45 (1), 60-73.

Kontaktní adresa:

Ing. Jana Rysová
 Výzkumný ústav potravinářský Praha
 Radiová 7, 102 31 Praha 10
j.rysova@vupp.cz

OVLIVNĚNÍ KVALITY BĚŽNÉHO PEČIVA ALFA AMYLÁSOU

Affecting the quality of bakery products by alpha amylase

Šottníková V., Kučerová J., Hřivna L.

Mendelova univerzita v Brně

Abstrakt

Cílem práce bylo zkoumat vliv přídavku α -amylasy, izolovány z *Trichoderma viride* a *Aspergillus oryzae* na kvalitu a trvanlivost běžného pečiva. Oba enzymy jsou určeny k použití v pekařském průmyslu. Do receptur bylo vždy přidáno nejmenší a největší množství doporučené výrobcem. Pečivo bylo upečeno dle Rapid Mix Test-u s použitím pšeničné hladké mouky T 530. Byla provedena senzorická analýza hotových bulek, změřen objem a zjištěna tvrdost bulek 2, 24 a 48 hodin po upečení pomocí tlakové deformace. U všech bulek došlo k nárůstu objemu oproti kontrole. Přídavek enzymu pozitivně ovlivnil prodloužení trvanlivosti pečiva. Lepší výsledky byly dosaženy při použití enzymu izolovaného z plísně *Aspergillus oryzae*.

Klíčová slova: α -amylasa, objem běžného pečiva, tvrdost, senzorické hodnocení

Abstract

The aim was to investigate the effect of the addition of α -amylase isolated from *Trichoderma viride* and *Aspergillus oryzae* on quality and shelf life of bakery products. Both enzymes are intended for use in the bakery industry. Into recipe has always added to the minimum and maximum amounts recommended by the manufacturer. Lumps was baked according Mix Rapid Tests using wheat flour T 530. Was carried out sensory analysis of finished lumps, and measured volume detected hardness lumps 2, 24 and 48 hours after baking by means of pressure deformation. For all lumps increased volume relative to controls. The addition of the enzyme positively influenced extension of shelf life of lumps. Better results were obtained by using an enzyme isolated from *Aspergillus oryzae*.

Key words: α -amylase, the volume of of bakery products, hardness, sensory evaluation

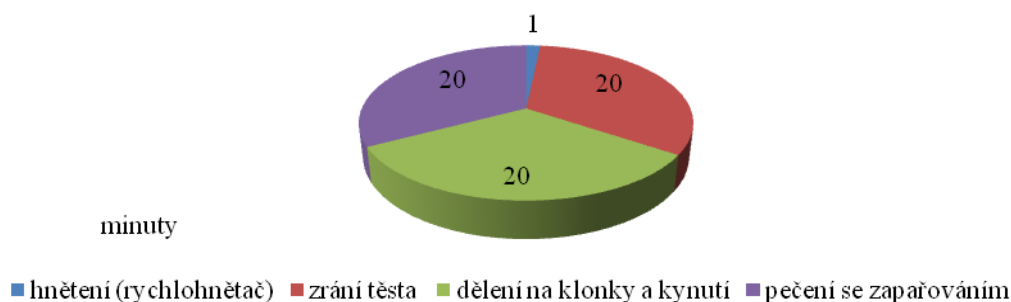
Úvod

Existují tři hlavní skupiny enzymů, se kterými se běžně setkáváme při pečení. Enzymy, které hydrolyzují sacharidy (amylasy, celulasy, pentosanasy), bílkoviny (proteasy) a enzymy, které rozkládají tuky a oleje (lipasy a lipoxygenasy) (BUCHHOLZ et al., 2012). V současné době jsou také k dispozici amylasy, které modifikují škrob během pečení a umožňují prodloužení trvanlivosti pečiva (LAMSAL a FAUBION, 2009). Jelikož je škrob jedním z hlavních představitelů mechanismu okorávání, jsou používány bakteriální amylasy právě k tomu, aby pokračovaly ve štěpení škrobu i poté, kdy je chléb již dostupný zákazníkům na pultech supermarketů, a tím pomáhaly udržet chlebovou střidu co nejdéle v optimální měkké konzistenci (ORJI et al., 2009). Houbové amylasy fungují úplně stejným způsobem jako bakteriální a obilné amylasy. Rozdíl mezi nimi spočívá pouze v tom, že jsou denaturovány při nižších teplotách (ZANONI et al., 1993). Amylasy používané v pekařských produktech pocházejí ze třech hlavních zdrojů: sladové přísady (pšeničná mouka obsahuje přirozeně se vyskytující amylasy), fungální amylasy (některé houby syntetizují během růstu α -amylasu, která je pak zkoncentrovaná a sušená) a bakteriální amylasy (patří sem některé druhy bakterií například *Bacillus subtilis*, který syntetizuje α -amylasu) (NAGODAWITHANA et al., 1993).

Materiál a Metody

K pečení byla použita pšeničná mouka hladká T530 a pečivo upečeno dle RMT-testu (obr. 1), kde byly použity enzymy α -amylasa (*Trichoderma viride*), která zlepšuje vlastnosti mouky v případě nedostatku α -amylasy v mouce, zlepšuje strukturu kůrky a zvyšuje objem těsta a α -amylasa, (*Aspergillus oryzae*) způsobuje zlepšení procesu fermentace, dosažení rovnoměrné struktury a prodloužení doby trvanlivosti. Do receptur bylo vždy přidáno nejmenší

a největší množství enzymu doporučené výrobcem (tab. 1). Sensorické hodnocení chuti bylo provedeno deseti školenými hodnotiteli třibodovou stupnicí, kde 3 body bylo nejlepší hodnocení. Objem pečiva byl změřen objemoměrem fy Mezos Hradec Králové, pomocí řepkových semínek. Pro měření tvrdosti dalamánků byl využit přístroj TIRATEST 27025, kterého pohyblivé rameno s tenzometrem umožňuje deformaci vzorku tlakem měřeno v Newtonech. První měření bylo provedeno dvě hodiny po upečení, pečivo následně uloženo do mikrotenových sáčků a změřeno po uplynutí doby 24 a 48 hodin od upečení. Pokus byl proveden v pěti opakováních.



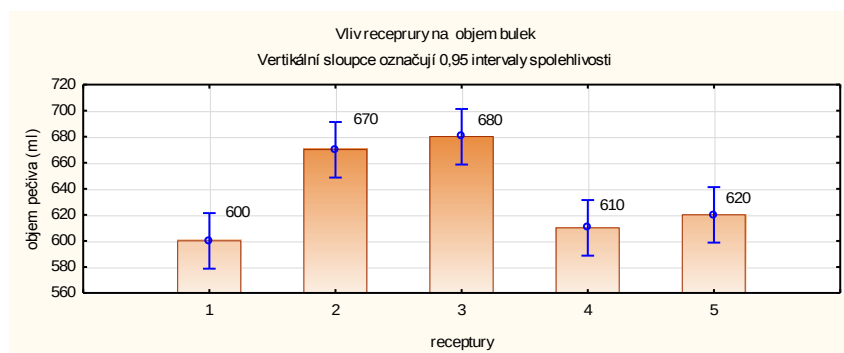
Obr. 1 Časový rozvrh při pekařském pokusu

Tab. 1 Označení vzorků s použitím a množstvím α -amylasy

Vzorek číslo	Množství enzymu
1	Kontrola – bez přídavku
2	α -amylasa (<i>Trichoderma viride</i>) 1 mg/0,5 kg
3	α -amylasa (<i>Trichoderma viride</i>) 5 mg/0,5 kg
4	α -amylasa (<i>Aspergillus oryzae</i>) 2 mg/0,5 kg
5	α -amylasa (<i>Aspergillus oryzae</i>) 6 mg/0,5 kg

Výsledky a diskuze

Na obr. 2 je znázorněn vliv receptury na objem bulek. Nejlepších výsledků bylo dosaženo u vzorku číslo 3 (680 ml) a 2 (670 ml), k jejichž receptuře byl přidán enzym α -amylasa izolovaný z houby *Trichoderma viride*. Rovněž vzorky číslo 4 (610 ml) a 5 (620 ml), kde byla použita α -amylasa (*Aspergillus oryzae*), měly mírně vyšší hodnoty, než bylo naměřeno u kontrolního vzorku číslo 1 bez přídavku α -amylasy (600 ml).

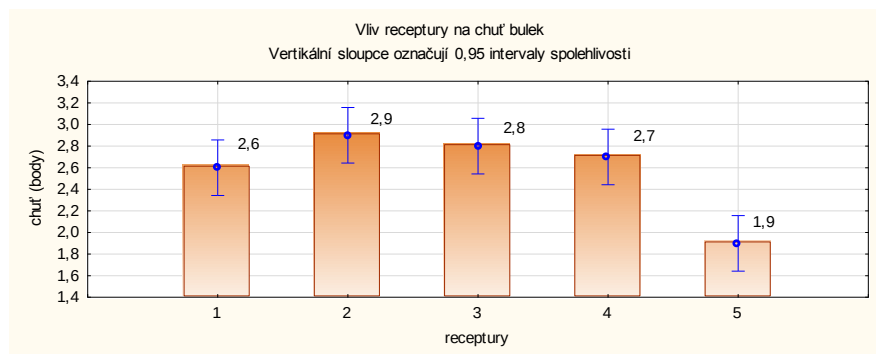


Obr. 2 Vliv receptury na objem pečiva v ml

Stejný poznatek byl pozorován na univerzitě v Krakově, kde zkoumali přidavek bakteriální a fungální α -amylasy na zvýšení objemu pečiva ((HOPEK et al., 2006).

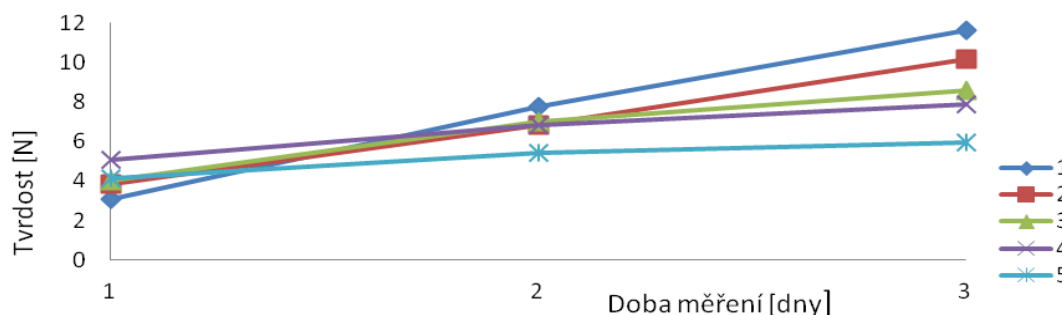
Na obr. 3 je znázorněno hodnocení chuti bulek. Všechny vzorky, kromě vzorku číslo 5 (1,9 bodů) dosáhly velmi dobrých výsledků. U posledního vzorku byla zjištěna lepivost střídy a její ulpívání na noži během krájení. Bakteriální α -amylasa měla také významný vliv na příznivý vývoj těsta a objem výrobků, nicméně výrobky měly při vyšších dávkách lepivou konzistenci, což také může být vysvětleno tím, že bakteriální α -amylasa vede ke vzniku relativně dlouhých dextrinů, které jsou delší než ty, které jsou produkovány fungální α -amylasou ((NELLES et al., 1998).

Oba použité enzymy měly pozitivní vliv i na barvu hotového pečiva. Pórovitost i klenutí upečených bulek bylo rovnoměrnější oproti kontrole. Přídavek obou enzymů i koncentraci, způsobil lepší křupavost a lesk kůrky.



Obr. 3 Vliv receptury na chuť pečiva v bodech (3 body-chuť typická pečivová, kůrka křupavá, 0 bodů-chuť netypická, lepivá, nebo velmi suchá)

Velmi důležitou část hodnocení hotových bulek představuje měření tvrdosti po 2, 24 a 48 hodinách po upečení, kterého průběh je na obr. 4.



Obr. 4 Vliv receptury na tvrdost běžného pečiva

Nejvýznamnější výsledky v měření tvrdosti byly dosaženy 48 hodin po upečení a to u vzorku číslo 2, kde byla tvrdost nižší o 12 %, u vzorku číslo 3 o 26 %, u vzorku číslo 4 o 32 % a u vzorku číslo 5 dokonce o 49 % oproti kontrole. Kontrolní vzorek (bez přídavku enzymu) číslo 1 představuje 100 %. Nejmarkantnějších rozdílů bylo dosaženo 48 hodin po upečení při použití α -amylasy (*Aspergillus oryzae*) v množství 6 mg/0,5 kg. Největší průměrné tvrdosti bylo dosaženo u vzorku 1 (kontrolní vzorek), a to 48 hodin po upečení, (11,6 N), tudíž použití obou enzymů má velký vliv na prodloužení trvanlivosti.

Závěr

Přídavek α -amylasy vedl k pozitivnímu vývoji vlastností hotových výrobků. U všech vzorků s použitím enzymů došlo k nárůstu objemu oproti kontrole. Mouka ve většině případů obsahuje dostatek β -amylasy, avšak nedostatek α -amylasy.

Senzoricky byl nejlépe vyhodnocen vzorek číslo 2 a 3 s přídavkem α -amylasy (*Trichoderma viride*) 1 mg/0,5 kg i 5 mg/0,5 kg. Dobré hodnocení měly i bulky s přídavkem α -amylasy (*Aspergillus oryzae*) 2 mg/0,5 kg i 6 mg/0,5 kg. U vzorku číslo 5 byla zaznamenána větší lepivost střídy a ulpívání strouhanky na noži. Je vhodné snížit dávku bakteriální α -amylasy, nebo raději volit fugální enzym.

Přídavek enzymu velice pozitivně ovlivnil prodloužení trvanlivosti pečiva. Nejlepší výsledky byly dosaženy při použití enzymu izolovaného z plísňe *Aspergillus oryzae*.

Při výběru a dávkování daného enzymu je nutné mít na paměti, že ačkoli se jedná o stejný enzym, je důležitý i jeho zdroj. Použití u α -amylasy, která pochází z houby *Trichoderma viride* vede především ke zvýšení objemu pečiva. Na druhé straně α -amylasa izolovaná z plísňe *Aspergillus oryzae* způsobuje především prodloužení trvanlivosti pečiva a podílí se na zvětšení objemu výrobků.

Použitá literatura

- BUCHHOLZ, K., KASCHE, V., BORNSCHEUER, U. (2012): Biocatalysts and enzyme technology. 2nd ed., completely rev., and enlarged ed. Weinheim: Wiley-Blackwell, XX., 606.
- HOPEK, M., ZIOBRO, R., ACHREMOWICZ, B. (2006): Comparison of the effects of microbial α -amylases and scalded flour on bread quality. Scientiarum Polonorum: Agricultural University of Cracow., Balicka 122, 97-106.
- LAMSAL, B. P., FAUBION, J., M. (2009): Effect of an enzyme preparation on wheat flour and dough color, mixing, and test baking. LWT – Food Science and Technology. vol. 42, issue 9, 1461-1467.
- NAGODAWITHANA, T. W., REED, G. (1993): Enzymes in food processing. 3rd ed. San Diego: Academic Press, xxiv, 480.
- ORJI, J., CHRISTIAN, O., NWEKE, R., NWABUEZE, N. NWANYANWU, E., CHINWE, S. A., ETIM-OSOWO, N. (2009): Production and properties of α -amylase from *Citrobacter* species. Revista Ambiente e Água 4, 1, 45-57.
- NELLES, E., M., RANDALL, P., G., TAYLOR, R., N. (1998): Improvement of Brown Bread Quality by Prehydration Treatment and Cultivar Selection of Bran. Cereal Chemistry., 75, issue 4, 536-540.
- ZANONI, B., PERI, C., PIERUCCI, S. (1993): A study of the bread-baking process. I: A phenomenological model. Journal of Food Engineering., 19, issue 4, 389-398.

Kontaktní adresa:

Ing. Viera Šottníková, Ph.D.
Mendelova univerzita v Brně
Zemědělská 1, 613 00 Brno
e-mail: viera.sottnikova@mendelu.cz

VARIABILITA OBSAHU LUTEINU A ANTIOXIDAČNÍ AKTIVITY V ZRNU PŠENICE ZE SBÍREK GB VÚRV

Variability of lutein content and antioxidant activity in wheat grain collected in CRI Gene Bank

Štěrbová L., Dvořáček V.

Výzkumný ústav rostlinné výroby, v. v. i., Praha-Ruzyně

Abstrakt

Studie shrnuje jednoleté výsledky analýz obsahu karotenoidů v pšeničném zrně u souboru 27 ozimých a 30 jarních pšeníc zahrnujícím 6 pšeničných druhů (*T. aestivum*, *T. durum*, *T. monococcum*, *T. dicoccum*, *T. spelta* a *T. turgidum*), které byly pěstovány v rámci rozšiřování kolekce Genové Banky VÚRV. β -karoten nebyl ve vzorcích zrna přítomen, a obsah luteinu se pohyboval v rozmezí 2,41 – 26,8 $\mu\text{g/g}$ sušiny. Výrazně vyšší obsah luteinu vykazovaly dva maďarské genotypy pšenice jednozrnky (26,8 a 26,13 $\mu\text{g/g}$ sušiny) a jarní pšenice setá odrůda Luteus (15,7 $\mu\text{g/g}$ sušiny). U testovaných vzorků byla stanovena antioxidační aktivita metodou DPPH v rozmezí 0,155 – 1,232 $\mu\text{mol/g TE}$, která však s obsahem luteinu nekorelovala.

Klíčová slova: lutein, pšenice, antioxidační aktivita, DPPH,

Abstract

The study presents one-year results of analyses of carotenoid content in wheat grain in the set of 27 winter wheats and 30 spring wheats including 6 wheat species (*T. aestivum*, *T. durum*, *T. monococcum*, *T. dicoccum*, *T. spelta* a *T. turgidum*) that were planted in the fields of CRI Gene Bank in the frame of activities devoted to the expansion of the collection. β -caroten was not found in grain, lutein content ranged from 2.41 to 26.8 $\mu\text{g/g}$. Two samples of hungarian einkorn and on spring wheat showed significantly higher lutein content (26.8, 26.13 and 15.7 $\mu\text{g/g}$ respectively). Antioxidant activity (as defined by DPPH radical scavenging method) was determined in the samples but no correlation with lutein content was found.

Key words: lutein, wheat, antioxidant activity, DPPH

Úvod

Lutein a jeho stereoizomer zeaxanthin jsou majoritními karotenoidy v zrně pšenice (Adom et al., 2003, Panfili et al., 2004). Lutein je známý pro své antioxidační vlastnosti a může redukovat oxidativní změny v buňkách, které jsou spojeny se stárnutím organismu (Granado et al., 2003). Zvýšený obsah karotenoidů v zrně pšenice je proto cenným kvalitativním znakem pšenice, neboť jde o zdraví prospěšnou látku a poskytuje pšeničným produktům atraktivní žlutou barvu.

Obsah luteinu se v pšeničných druzích i kultivarech liší. Typickým pšeničným druhem dlouhodobě šlechtěným pro vyšší obsah karotenoidů je tetraploidní tvrdá pšenice (*Triticum durum*), používaná pro výrobu těstovin, jimž poskytuje charakteristickou žlutou barvu. Naopak, hexaploidní pšenice setá (*T. aestivum*), v ČR nejrozšířenější, používaná především pro výrobu chleba byla tradičně šlechtěna hlavně s ohledem na technologickou kvalitu a odrůdy s vyšším obsahem žlutých pigmentů začaly být populární až v současné době (Leenhardt et al. 2006). Také pluchaté pšenice jednozrnka, dvouzrnka a špalda (*T. monococcum*, *T. dicoccum* a *T. spelta*) vykazují vyšší obsah luteinu v porovnání s pšenicí setou (Abdel-Aal et al. 2007, Lachman et al. 2012, Shewry & Hay 2015,).

Matus-Cadiz et al. (2003) i Lachman et al. (2003) se shodují na tom, že obsah luteinu je z větší části podmíněn geneticky a vnější faktory (vliv ročníku a klimatických podmínek) jsou pouze minoritní, pokud vůbec průkazné.

Antioxidační aktivita je schopnost vzorku bránit průběhu oxidačních reakcí. U souboru 70 jednozrnků různého geografického původu byla zjištěna korelace antioxidační aktivity stanovené metodou DPPH pouze k obsahu celkových tokolů (Lavelli et al. 2009).

Cílem studie bylo zjistit variabilitu v obsahu karotenoidů a antioxidační aktivitě u souboru jarních a ozimých pšenic pěstovaných v rámci rozšiřování sbírek Genové banky s cílem identifikovat potenciální zdroje zdraví prospěšných vlastností.

Materiál a Metody

Vzorky pšenice pocházely z pokusů GB VÚRV v Praze Ruzyni. Celkem bylo otestováno 27 vzorků jarní pšenice a 30 vzorků ozimé pšenice. V souboru byly zahrnuty druhy *T. aestivum*, *T. dicoccum*, *T. monococcum*, *T. spelta* a *T. turgidum*. Vzorky byly vybrány ze širšího souboru s ohledem na různý geografický a historický původ a sklizeny v roce 2014 a uloženy při snížené teplotě jako celé zrno. Vzorky byly analyzovány neprodleně po umletí.

Karotenoidy lutein a β -karoten byly extrahovány podle metodiky Hidalgo et al. (2006) vodou nasyceným butan-1-olem (WSB): 1,5 g vzorku/10 ml WSB třepáno po dobu 90 minut při laboratorní teplotě. Extrakt musel být vzhledem k nestálosti analytů neprodleně analyzován.

Analýzy byla provedena HPLC/Vis metodou (kolona Lichrospher 100RP-18@5 μ m, 250 x 4 mm) s gradientovou elucí směsí acetonitrilu, dichlormetanu a vody. Látky byly detekovány spektrofotometricky při $\lambda = 445$ nm.

Antioxidační aktivita byla stanovena jako schopnost zhášení stabilního radikálu DPPH v prostředí čistého metanolu spektrofotometricky pomocí barevné reakce při redukci radikálu. Ke kvantifikaci byl použit Trolox (6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2-karboxylová kys.) a výsledky jsou vyjadřovány v ekvivalentech Troloxu (TE).

Analýzy byly paralelně třikrát opakovány a vyjádřeny jako průměr $\pm$ SEM. Pro statistické analýzy byla použita analýza rozptylu s jednoduchým tříděním podle pšeničného druhu a korelační analýza.

Výsledky a diskuze

Obsah luteinu a antioxidační aktivita naměřená u vzorků jarních a ozimých pšenic je uvedena v tabulce 1. β -karoten nebyl v pšeničném zrně v žádném případě zjištěn.

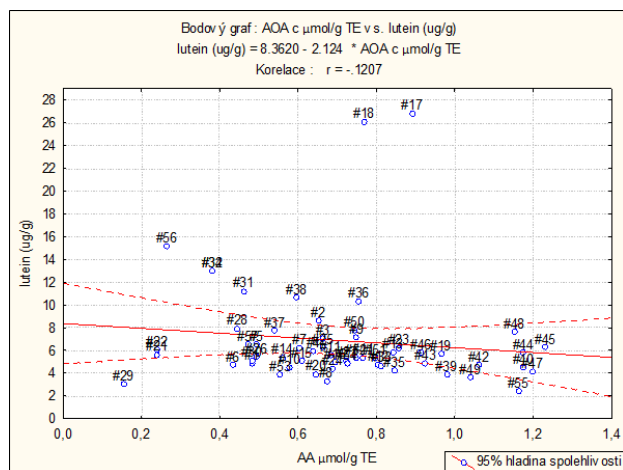
U ozimých pšenic se obsah luteinu pohyboval v rozmezí 3,3 – 26,8 μ g/g sušiny, přičemž dva Vzorky *T. monococcum* Stark-999 a Laci-1490-Buettner původem z Maďarska vykazovaly významně vyšší obsah luteinu (26,1 a 26,8 μ g/g sušiny) v porovnání s ostatními pšeničnými druhy. Tato data jsou v souladu se studií Abdel-Aal et al. (2002), kteří zjistili, že vzorky *T. monococcum* mají vyšší obsah luteinu v porovnání s ostatními druhy. Nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl v obsahu luteinu mezi *T. aestivum* a *T. spelta*.

U jarních pšenic byl průměrný obsah luteinu pouze statisticky nevýznamně nižší v porovnání s ozimými a pohyboval se v rozmezí 2,41 – 15,17 μ g/g sušiny. Z jarních pšenic vynikala vysokým obsahem luteinu především odrůda Luteus, šlechtěná s ohledem na vysoký obsah karotenoidů. Vzorky *T. durum* vykazovaly statisticky významně vyšší obsah luteinu v porovnání se vzorky *T. aestivum*. Vzhledem k tomu, že do souboru byly zahrnuty pouze dva vzorky *T. dicoccum* s výrazně odlišnými hodnotami obsahu luteinu, je obtížné z těchto analýz dělat nějaké závěry.

Obsah luteinu v zásadě nekoreloval s hodnotami antioxidační aktivity zjištěnými metodou DPPH (Obr. 1). Jako možné vysvětlení je v literatuře uváděno, že antioxidační aktivita v zrně pšenice je ovlivněna jinými látkami, především tokoferoly a fenolickými sloučeninami, které také vykazují antioxidační aktivitu (Lavelli et al. 2009).

Tab 1: Obsah luteinu a antioxidační aktivita u testovaných vzorků jarní a ozimé pšenice

odrůda	původ	druh	AA [μmol/g suš. TE]	lutein [μg/g suš.]
Ozimé pšenice				
Cimrmanova raná	CZE	Triticum aestivum var. aestivum	0,482±0,042	4,82±0,05
Dagmar	CZE	T. aestivum var. aestivum	0,652±0,06	8,62±0,03
Evina	FRA	T. aestivum var. lutescens	0,664±0,06	7,08±0,02
Bohemia	CZE	T. aestivum var. aestivum	0,64±0,023	6,00±0,01
Residence	NLD	T. aestivum var. lutescens	0,494±0,091	6,53±0,01
Alacris	SVK	T. aestivum var. lutescens	0,434±0,007	4,70±0,00
IS Agape	SVK	T. aestivum var. lutescens	0,603±0,014	6,21±0,07
Fulvio	AUT	T. aestivum var. aestivum	0,672±0,089	3,30±0,08
Athlon	FRA	T. aestivum var. lutescens	0,749±0,064	7,18±0,13
SY Passport	DEU	T. aestivum var. lutescens	0,579±0,007	4,50±0,02
Legenda Myronivska	UKR	T. aestivum var. lutescens	0,683±0,091	5,56±0,07
Bertold	SVK	T. aestivum var. lutescens	0,805±0,081	4,77±0,07
Guberniya	RUS	T. aestivum var. lutescens	0,842±0,085	5,85±0,02
Volodarka	UKR	T. aestivum var. lutescens	0,561±0,082	5,39±0,00
Adesso	AUT	T. aestivum var. aestivum	0,61±0,084	5,07±0,02
Laurenzio	AUT	T. aestivum var. aestivum	0,695±0,067	4,93±0,05
Albertus	AUT	T. aestivum	0,646±0,088	3,91±0,02
SY Ferry	DEU	T. aestivum var. lutescens	0,965±0,056	5,73±0,05
Laci-1490-Buettner	HUN	T. monococcum	0,891±0,004	26,81±0,02
Stark-999, MFN 46-96	HUN	T. monococcum	0,769±0,071	26,13±0,22
Ebners rotkorn	AUT	T. spelta	0,24±0,001	5,65±0,06
T. spelta (Uhrněves)	CZE	T. spelta	0,24±0,022	6,09±0,16
Ostro	CHE	T. spelta	0,858±0,031	6,20±0,16
Altgold	CHE	T. spelta	0,688±0,042	4,43±0,01
Oberkulmer Rotkorn	CHE	T. spelta	0,664±0,074	6,26±0,00
Rubiota	CZE	T. spelta	0,494±0,062	5,42±0,01
Schwabenspelz	GER	T. spelta	0,724±0,043	5,12±0,02
Jarní pšenice				
Maparcha	AFG	T. turgidum var. salomonis	0,155±0,062	3,04±0,05
Durum Iraq	USA	T. durum var. reichenbachii	0,446±0,44	7,93±0,11
Wimadur	DEU	T. durum var. affine	0,461±0,023	11,21±0,12
Durasol	DEU	T. durum var. leucurum	0,381±0,012	12,97±0,14
Malvadur	AUT	T. durum var. leucurum	0,381±0,015	13,00±0,12
Lemur	FRA	T. durum var. reichenbachii	0,54±0,039	7,72±0,09
Cultur	FRA	T. durum var. leucurum	0,597±0,016	10,66±0,04
Utrecht Blue	CAN	T. dicoccum	0,846±0,063	4,21±0,11
Ethiopian Blue Tinge	CAN	T. dicoccum	0,755±0,057	10,32±0,08
Specifik	FRA	T. aestivum var. aureum	0,812±0,043	4,67±0,06
SW Kadrilj	SWE	T. aestivum var. lutescens	0,482±0,042	5,11±0,00
CDC Go	CAN	T. aestivum var. aestivum	0,979±0,073	3,89±0,02
CDC Osler	CAN	T. aestivum var. aestivum	1,175±0,062	4,54±0,02
CDC Walrus	CAN	T. aestivum var. lutescens	0,767±0,075	5,40±0,01
Granus	DEU	T. aestivum var. aureum	1,062±0,082	4,72±0,01
Lennox	DEU	T. aestivum var. lutescens	0,926±0,086	4,87±0,05
KWS Bittern	GBR	T. aestivum var. lutescens	1,175±0,075	5,81±0,04
Zircon	GBR	T. aestivum var. aureum	1,232±0,093	6,27±0,04
Aletsch	CHE	T. aestivum var. graecum	0,914±0,076	5,79±0,08
Cervino	CHE	T. aestivum var. graecum	1,198±0,022	4,15±0,02
Digana	CHE	T. aestivum var. aestivum	1,152±0,072	7,62±0,01
CH Campala	CHE	T. aestivum var. lutescens	1,039±0,042	3,60±0,07
Prosa	CHE	T. aestivum var. graecum	0,744±0,086	7,81±0,04
Stanga	CHE	T. aestivum var. graecum	0,799±0,092	5,34±0,02
Togano	CHE	T. aestivum var. aestivum	0,748±0,041	5,32±0,00
Trovat	CHE	T. aestivum var. aestivum	0,555±0,076	3,87±0,06
Bjarne	SWE	T. aestivum var. aureum	0,725±0,013	4,83±0,04
Zarco	ESP	T. aestivum var. graecum	1,162±0,046	2,41±0,01
Luteus	DEU	T. aestivum var. lutescens	0,265±0,047	15,17±0,08
Alondra	CZE	T. aestivum var. lutescens	0,472±0,094	6,53±0,10



Obr. 1: Korelace obsahu luteinu v pšeničném zrně s antioxidační aktivitou DPPH

Závěr

Z výsledků vyplývá, že pšenice jednozrnka má výrazně vyšší obsah luteinu v porovnání s ostatními pšeničnými druhy a je vhodným kandidátem pro šlechtění pšenice s vyšším obsahem luteinu. Korelační analýza ukazuje, že antioxidační aktivita je v zrně pšenice více vázána na obsah jiných antioxidantů než luteinu.

Dedikace

Výzkum byl realizován za podpory projektu MZE RO-0415.

Použitá literatura

- Abdel-Aal, E.-S. M., Young, J. C., Wood, et al. (2002). Einkorn: A Potential Candidate for Developing High Lutein Wheat. *Cereal Chem.* 79(3): 455–457
- Adom K.K., Sorrells M.E., Liu R.H. (2003) Phytochemical profiles and antioxidant activity of wheat varieties, *J. Agric. Food Chem.*, 51: 7825–7834
- Granado F., Olmedilla B., Blanco I. (2003) Nutritional and clinical relevance of lutein in human health, *Br. J. Nutr.*, 90: 487–502
- Lachman, J., Hejtmánková, K., Kotíková, Z. (2013). Tocols and carotenoids of einkorn, emmer and spring wheat varieties... *J. Cereal Sci.*, 57(2), 207–214
- Panfili G., Fratianniand A., Irano M. (2004) Improved normal-phase HPLC procedure for the determination of carotenoids in cereals, *J. Agric. Food Chem.*, 52: 6373–6377
- Lavelli, V., Hidalgo, A., Pompei, C. et al. (2009). Radical scavenging activity of einkorn (*Triticum monococcum L.*) wholemeal flour and its relationship to soluble phenolic and lipophilic antioxidant content. *J. Cereal Sci.* 49(2) 319–321
- Leenhardt, F., Lyan, B., Rock, E., et al. (2006). Genetic variability of carotenoid concentration, and lipoxygenase and peroxidase activities among cultivated wheat species... *Eur. J. Agron.* 25(2): 170–176
- Matus-Cádiz, M. A., Hucl, P., Perron, C. E. et al. (2003). Genotype $\times$ Environment Interaction for Grain Color in Hard White Spring Wheat. *Crop Sci.* 43(1), 219–226
- Shewry, P. R., & Hey, S. (2015) Do “ancient” wheat species differ from modern bread wheat in their contents of bioactive components? *J. Cereal Sci.* 65: 236–243

Kontaktní adresa:

Ing. Lenka Štěrbová Ph. D.

Výzkumný ústav rostlinné výroby, v. v. i.

Drnovská 507, 161 06 Praha 6

e-mail: stockova@vurv.cz

VLIV HNOJENÍ NA OBSAH KADMIA V SEMENECH MÁKU SETÉHO (*PAPAVER SOMNIFERUM* L.)

Influence of fertilization on cadmium content in poppy seeds (*Papaver somniferum* L.)

Větrovcová M.¹, Poslušná J.¹, Havel J.², Plachká E.², Cihlár P.³, Kolařík P.⁴, Barnet M.⁵

¹Agritec Plant Research s.r.o., Šumperk

²OSEVA vývoj a výzkum s.r.o., Zubří

³ČZU v Praze

⁴Zemědělský výzkum spol. s.r.o., Troubsko

⁵Agra Group a.s., Hoštice

Abstrakt

V roce 2015 byly založeny maloparcelkové polní pokusy s mákem setým s hnojením pro testování vlivu hnojiv na obsah kadmia v semeni máku. Pro pokusy byly vybrány lokality s historií pěstováním máku – Opava, Šumperk, Troubsko, Červený Újezd a Lešany. Maloparcelkové pokusy byly vedeny ve čtyřech opakováních, testováno bylo sedm druhů hnojiv, které byly aplikovány foliárně. Po sklizni byly provedeny kontrolní analýzy na obsah kadmia v semeni máku. Pro stanovení kadmia v připravených mineralizátech byla použita metoda atomové absorpční spektrometrie AAS. Koncentrace kadmia v semeni máku byla v rozmezí 0,192–0,559 mg.kg⁻¹. Na obsah kadmia v semeni měla výrazný vliv lokalita, vliv hnojení nebyl prozatím jednoznačně prokázán, nebyl pozorován jednotný trend u testovaných variant.

Klíčová slova: kadmium, mák setý (*Papaver somniferum* L.), hnojení

Abstract

In 2015 the small-plot field trials were held with poppy with fertilization to test the effect of fertilizers on the content of cadmium in poppy seeds. For the experiments were chosen locations with a history of poppy growing – Opava, Šumperk, Troubsko, Červený Újezd and Lešany. Field trials were conducted in four replicates, testing seven types of fertilizers that were applied by foliar application. After harvest control analyses were performed for evaluation of cadmium content in poppy seeds. Atomic absorption spectrometry AAS was used for determination of cadmium in digestion samples. The cadmium concentration in seeds ranged from 0.192 to 0.559 mg.kg⁻¹. On the cadmium content in seed had a significant impact location, impact of fertilization has not yet been clearly demonstrated, because a uniform trend was not observed in tested variants.

Keywords: cadmium, poppy (*Papaver somniferum* L.), fertilization

Úvod

Česká republika patří k nejvýznamnějším pěstitelům máku nejen v evropském ale i světovém měřítku. Má se úspěšně pěstuje jak na produkci semene pro potravinářské využití, tak pro farmaceutické využití za účelem izolace alkaloidů (jako je morfin, kodein, thebain aj.). Z historického hlediska se mák setý (*Papaver somniferum* L.) v tuzemsku pěstoval vždy jako olejní a pochutina (Vlk et al. 2010). Stále větším limitujícím faktorem pro pěstování máku jsou těžké kovy, především kadmium, které bylo v minulých letech hlavním limitujícím faktorem pro uplatnění české produkce máku na zahraničních trzích. Je proto nutné dbát na kvalitu sklizené produkce, preventivně eliminovat možnosti kontaminace makového semene např. dodržením správného technologického postupu.

Kadmium lze nalézt téměř ve všech potravinách. Dostává se do nich zejména z půdy, kontaminované minerálními hnojivy a průmyslovou produkcí. Kadmium je toxický kovový prvek, jehož účinek na lidský organismus je jednoznačně negativní. Stejně jako pro rostliny, nemá kadmium žádné nutriční hodnoty ani pro člověka. O maximálním přípustném obsahu kadmia v máku se vedly delší dobu spory, nakonec byla stanovena hranice 0,8 mg.kg⁻¹ máku

(Vyhláška č. 399/2013 Sb.), která bohužel někdy bývá u českého máku překročena (Lohr 2015).

Materiál a metody

Maloparcelkové polní pokusy s mákem setým byly založeny na vybraných lokalitách v Šumperku, Opavě, Troubsku, Lešanech a Červeném Újezdu. V pokusech byla použita odrůda Opex, výsevek na lokalitách se lišil dle běžné pěstitelské praxe pro danou pěstitelskou oblast a pohyboval se v rozmezí 1–2 kg/ha. Pokus byl koncipován jako sedmi variantní, ve čtyřech opakováních, sklizňová velikost parcel činila 10 m². Seznam aplikovaných hnojiv je uveden v Tabulce č. 1.

V pokusu byla testována foliární aplikace hnojiv v doporučených kombinacích výrobcem či užívaných v běžné pěstitelské praxi. Byl zkoumán vliv těchto aplikací na obsah kadmia v semeni. Pro stanovení kadmia byl z každé vedené varianty odebrán směsný vzorek semen máku ze všech 4 opakování v množství 1 g/variantu.

Tabulka č. 1: Seznam pokusných variant s hnojivy v máku setém

Variant	BBCH 14–16	BBCH 31–39	BBCH 55–59
1	Neošetřená kontrola	-	-
2	TS Impuls 0,5 l/ha	-	TS Květa 0,75 l/ha
3	Fertigreen Kombi 5 l/ha	Borosan Humine 2 l/ha	Zinkosol Forte 2 l/ha
4	Lovohumine N 5 l/ha	Borosan Humine 2 l/ha	Zinkosol Forte 2 l/ha
5	RootMost 1 l/ha	-	Alga 600 0,5 kg/ha
6	RootMost 1 l/ha SoftGuard++ 1l/ha	-	Alga 600 0,5 kg/ha ProZinc 1 l/ha SoftGuard++ 1l/ha
7	RootMost 1 l/ha SoftGuard++ 1l/ha CaBoron 0,75 l/ha	Alga 600 0,5 kg/ha ProZinc 1 l/ha SoftGuard++ 1l/ha	Alga 600 0,5 kg/ha SoftGuard++ 1l/ha AmiCa 0,75 l/ha

Vzorky máku byly homogenizovány a po semletí analyzovány na obsah kadmia. Celkový obsah kadmia byl stanoven v mineralizátech získaných předchozím rozkladem ve směsi 65% HNO₃ (4 ml) a 30% H₂O₂ (2 ml) v mikrovlnném zařízení s uzavřeným systémem rozkladu (Milestone, ETHOS D). Po převedení do definovaného objemu byl rozložený vzorek analyzován na atomovém absorpčním spektrometru (SOLAAR M, Unicam Ltd., Cambridge, UK) vybaveném Zeemanovou a QuadLine (D2) korekcí pozadí metodou elektrotermické atomové absorpční spektrometrie (ET-AAS) dle jednotného pracovního postupu ÚKZÚZ Brno (Zbírál a kol. 2005). Kvalita analytických dat byla prověřena souběžnou analýzou interního referenčního materiálu IRM 9091 – jetel luční ÚKZÚZ Brno, přesnost metody byla zajištěna opakovaným měřením vzorku se srovnatelným obsahem kadmia.

Výsledky a diskuze

Jelikož je známo, že mák setý (*Papaver somniferum* L.) se řadí mezi rostliny, jejichž semena mají vysokou tendenci kumulovat kadmium, byl v roce 2015 studován vliv různých hnojiv na obsah kadmia v semeni máku. Získané výsledky (Tab. 2) potvrdily zejména výrazný vliv lokality na obsah kadmia v semeni. Ze statistického hodnocení získaných výsledků (Tukey test) je patrný také vliv hnojiv na obsah kadmia v semeni, přesto nebyl potvrzen jednotný trend vlivu hnojiv na obsah kadmia na testovaných lokalitách. Nejvyšší obsah kadmia byl naměřen ve vzorcích z lokality Opava a Šumperk, kde byl zjištěn průměrný obsah kadmia 0,522 mg.kg⁻¹ a 0,434 mg.kg⁻¹, hodnoty pod hranicí limitu maximálně přípustného obsahu kadmia v semeni máku. Nejnižší hodnoty kadmia byly naměřeny u vzorků z Troubska a Lešan a to 0,236 mg.kg⁻¹ a 0,232 mg.kg⁻¹.

Stopové množství kadmia je u máku prakticky jistotou, jelikož mák, i přes nízkou koncentraci kadmia v půdě, je schopen koncentrovat kadmium ve svých semenech (Chizzola 1997, Alexander et al. 2009). Vysokou schopnost akumulace kadmia u druhu *Papaver rhoeas* L. pozoroval také Haensler (2003). V máku, který byl vypěstován převážně na území České republiky v letech 2004–2009, byl zjištěn průměrný obsah kadmia $0,64 \text{ mg.kg}^{-1}$ (Knápek a kol. 2011), což potvrzují i naše výsledky z prvního roku testování.

Tabulka č. 2: Obsah kadmia (mg.kg^{-1}) v semenech máku

Lokalita	Typ hnojení/Tukey test							Průměr na lokalitu	Abbott	
	1	2	3	4	5	6	7		95%	95%
Troubsko	0,192g	0,230c	0,224d	0,258b	0,200f	0,219e	0,328a	0,236	c	c
Lešany	0,202a	0,219a	0,182a	0,202a	0,200a	0,208a	0,414b	0,232	c	c
Červený Újezd	0,269f	0,431b	0,285e	0,336d	0,238g	0,350c	0,525a	0,348	bc	bc
Šumperk	0,417e	0,429d	0,459c	0,543a	0,534b	0,415f	0,242g	0,434	ab	ab
Opava	0,494f	0,502e	0,559a	0,544c	0,486g	0,550b	0,517d	0,522	a	a

Monitorování cizorodých látek, mezi něž patří i sledování kadmia, je prováděno každoročně a vychází z doporučení Evropské komise. Výsledky slouží k tvorbě limitů, kde prozatím limity pro mák stanoveny nebyly a ke sledování výskytu určitých nebezpečných látek na území Evropské unie (Bělohlávková Staffová 2013).

Limity obsahu kadmia v máku nejsou pro EU nyní jednotně stanoveny. Po vstupu České republiky do EU nabylo platnosti doporučení komise 2014/193/EU ze dne 4. dubna 2014 o omezování přítomnosti kadmia v potravinách. Členské státy mají zajistit, aby provozovatelé potravinářských podniků postupně zaváděli dostupná opatření pro omezení obsahu kadmia v potravinách, zejména v obilovinách, zelenině a bramborách. Pro Českou republiku stále platí vyhláška č. 399/2013 Sb., která udává maximální přípustný limit $0,8 \text{ mg.kg}^{-1}$ kadmia v máku.

Závěr

1. Obsah kadmia v semeni máku odebraných z testovaných variant nepřesáhl maximálně přípustný limit $0,8 \text{ mg.kg}^{-1}$.
2. Byl potvrzen výrazný vliv lokality na obsah kadmia v semenech máku.
3. Získané výsledky v prvním roce vykazaly určité rozdíly vlivu testovaných hnojiv na obsah kadmia v semenech máku, přesto nevykazují jednotný trend.
4. Výše uvedené výsledky jsou jednoleté, proto je nutné je posuzovat zatím pouze jako orientační. Pokusy budou ve stejné formě probíhat i v následujících letech.
5. Pro pěstitele máku platí aktuální vyhláška č. 399/2013 Sb. a doporučení Komise 2014/193/EU.

Dedikace

Výsledky byly získány při řešení projektu Snížení rizikovosti pěstování máku MZe ČR NAZV QJ1510014.

Použitá literatura

- Alexander, J. et al. (2009). Cadmium in food. Scientific opinion of the panel on contaminants in the food. The EFSA Journal 980, 1-139.
- Bělohlávková Staffová, P. (2013). Koloběh kadmia v životním prostředí. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně. Fakulta chemická. Brno.

- Chizzola, R. (1997). Comparative cadmium uptake and mineral composition of cadmium treated *Papaver somniferum*, *Triticum durum* and *Phaseolus vulgaris*. J. Appl. Bot. – Angew. Bot., 71: 147-153.
- Doporučení komise 2014/193/EU ze dne 4. dubna 2014 o omezování přítomnosti kadmia v potravinách.
- Haensler, J. (2003). Phytoremediation schwermetallbelasteter Böden durch einjährige Pflanzen in Einzel- und Mischkultur. Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf. p. 299.
- Knápek, J., Buchtová, R., Vošmerová, D. (2011). Content of cadmium in poppy seeds and poppy seeds containing products marketed in Czech republic. Journal of Environmental science and Engineering. 5, 831-834.
- Lohr, V. (2015). Mák v roce 2014. Sdružení Český Mák informuje, 14. makový občasník, ČZU v Praze, s. 6-11.
- Vlk, R., Kosek, Z., Šimek, P. (2010). Výsledky odrůdových pokusů máku ze Společného katalogu odrůd EU. Sdružení Český Mák informuje, 9. makový občasník, ČZU v Praze, s. 20-23.
- Vyhláška č. 399/2013 Sb. Vyhláška, kterou se mění vyhláška Ministerstva zemědělství č. 329/1997 Sb., kterou se provádí § 18 písm. a), d), h), i), j) a k) zákona č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů, pro škrob a výrobky ze škrobu, luštěniny a olejnatá semena, ve znění vyhlášky č. 418/2000 Sb. ISSN 1211-1244.
- Zbíral, J. (2005). Analýza rostlinného materiálu (jednotné pracovní postupy). ÚKZÚZ Brno, 192 s.

Kontaktní adresa:

Ing. Martina Větrovcová
Agritec Plant Research, s.r.o.
Zemědělská 2520/16, 787 01 Šumperk
Email: vetrovcova@agritec.cz

BIOWES – PLATFORMA PRO SPRÁVU EXPERIMENTÁLNÍCH DAT A METADAT

bioWES – platform for management of experimental data and metadata

Císař P.

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Abstrakt

Jedním z vyvstávajících problémů v moderní vědě je reprodukovatelnost experimentální práce. Mezi hlavní příčiny problematické reprodukovatelnosti je nedostatečný popis experimentu a chybějící nástroje pro správu experimentálních dat. Prezentovaný systém byl vytvořen za účelem řešení těchto problémů, a proto poskytuje softwarové řešení pro popis experimentu, podporu standardizace či sledování vývoje experimentálních protokolů a řetězu zpracování dat. Systém poskytuje standardní nástroje pro správu dat a metadat a nabízí nové možnosti vizualizace, modularity v oblasti zpracování dat či komunikace s měřicími přístroji, které nejsou dostupné v existujících systémech. Software podporuje všechny typy dat a grafický návrh protokolu uživatelem umožňuje využití v široké oblasti výzkumu. Komplexní a modulární podpora od návrhu protokolu až po sdílení nabízí řešení pro jednotlivého výzkumníka až po konsorcium využívající kompletní řešení.

Klíčová slova: data management; reprodukovatelnost; experimentální data; metadata; standardizace

Abstract

One of the main challenges in modern science is the reproducibility of the experimental work which is related to the description, storage, organization and sharing of scientific data. The proposed system was created in order to address these problems and provide a software solution for description of experiment and guidance through procedures needed to reproduce this experiment and the tool for mining scientific data out from initial datasets. The proposed system provides the tools for standard data management operations and extends the support by the standardization possibilities, protocol evolution and visualization features and modularity based on the data processing modules and device communication plugins. The software can be used by a single researcher to improve data organization up to research consortium through the central repository protocols management. Support from the protocol design until being shared with the standardization features helps to improve the reproducibility of research work.

Key words: data management; reproducibility; experimental data; metadata; standardization

Úvod

Žijeme ve věku fenoménu zvaného Big data [1], který mění všechny oblasti, včetně vědy. Jednou z nejdůležitějších otázek v experimentálním výzkumu je reprodukovatelnost pokusů. Joel Achenbach [2] popisuje aktuální situaci ve světové vědě, která je měřena tzv. peer-review procesem publikování vědeckých výsledků. Opakovatelnost a reprodukovatelnost experimentů se stává jedním z kritických problémů, při dnes enormním počtu produkovaných vědeckých prací [3]. Reprodukovatelnost je významně spojena s úplným popisem experimentálních podmínek, které mohou ovlivnit výsledky experimentu. Experimentální podmínky představují nejen měřitelné podmínky, za kterých provádíme naše experimenty, ale jedná se o úplnou sadu informací o experimentu (metadata). Experimentální metadata jsou data o datech, která zachycují všechny informace potřebné k reprodukovatelnosti experimentu. Lemberger [4] popisuje význam experimentálních metadat a poukazuje na nutnost nesoustředit se pouze na experimentální data, ale také na kvalitní popis provádění experimentů samotných.

Výzkum je stále více případ mezioborové spolupráce, která představuje potřebu sdílení experimentálních dat. Jednou z hlavních příčin neochoty sdílení dat je nedostatečná vybavenost v oblasti datového infrastruktury a správy dat a metadat a zajištění standardizace

[5, 6]. Existuje mnoho systémů pro práci s experimentálními daty, které pokrývají různé aspekty experimentální práce. „Laboratory management systems“ [7], jsou navrženy především pro řízení laboratorních zdrojů a mohou být specializované na podchycení procesu dané konkrétní laboratoře (experimentální práce). Systém nabízející větší podporu pro správu metadat a dat je rodina nástrojů „e-notebook“ [8, 9]. Tyto systémy jsou obecně orientované na volnou formu popisu postavenou na elektronickém dokumentu s možností popsat experimentální práci a připojit experimentální data. Nevýhoda těchto systémů je samotná volná forma popisu. Sdílení protokolů či automatická analýza může být komplikovaná bez standardizované struktury popisu. Další možností pro správu dat jsou sdílení a výměny údajů platformy [10]. Tyto platformy jsou zaměřeny hlavně na data, modely a zpracování dat programovými moduly a poskytují standardizaci pro výměnu dat a hledání nástrojů. Takový systém očekává, že již existující metadata o experimentálních datech a modelu jsou plně závislá na uživateli. Jakmile pak uživatel chce systém použít, musí přizpůsobit metadata do formátu platformy, což může být časově náročné a zpravidla odradí uživatele data sdílet.

Systém bioWES představuje nové řešení. Jedná se o softwarovou platformu pro management experimentálních dat a metadat, která vznikají již od návrhu protokolu až po jejich sdílení. Platforma se skládá z několika modulů (lokální databáze, protokol manažer, webové rozhraní, centrální databáze), které umožňují uživateli přizpůsobit systém jeho specifickým potřebám, od jednoho výzkumníka až po výzkumné konsorcium. Celková koncepce je založena na elektronickém protokolu, který obsahuje kompletní informace o experimentu (experimentální data + popis experimentu) a poskytuje podporu pro zajištění zpracování dat, s použitím zásuvných softwarových modulů pro komunikaci s měřicími přístroji nebo přímé použití standardizace. Platforma má v současné době několik pilotních instalací v různých výzkumných ústavech a je jedním z nástrojů pro vědeckou spolupráci v mezinárodním projektu výzkumných infrastruktur AQUAEXCEL [11].

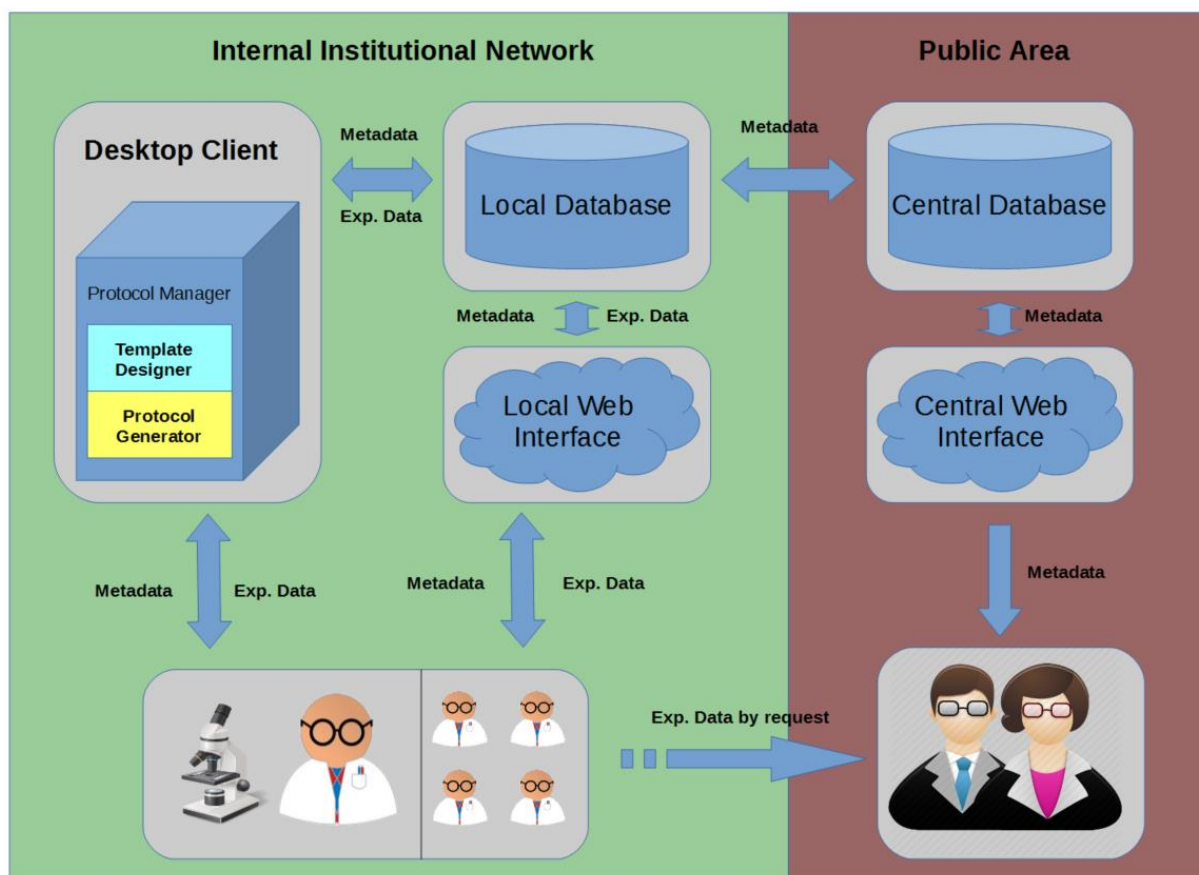
Garantem věcné náplně platformy bioWES je Ústav komplexních systémů, Fakulta rybářství a ochrany vod, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, České Budějovice, Zámek 136, 37333 Nové Hrady.

Garantem technického řešení a systémové realizace je společnost dataPartner, České Budějovice Senovážné nám. 241/15. Společnost dataPartner zajišťuje kompletní implementace systému zákazníkům, je garantem jeho funkčnosti a provádí technickou podporu uživatelům.

Materiál a metody

Platforma bioWES se skládá ze tří hlavních částí: přístupové body, lokální úložiště a centrální úložiště, jak je znázorněno na Obr. 1. Přístupové body jsou představovány softwarovou aplikací pro lokální počítač, webovým rozhraním pro platformě nezávislý přístup a webovým rozhraním pro mobilní zařízení. Aplikace pro lokální počítač (desktopový klient) slouží k navrhování šablon protokolů, vyplňování protokolů, komunikaci s měřicími přístroji a zpracování dat. Webové rozhraní je pak určeno pro správu protokolů a širokou spolupráci prostřednictvím sdílení. Pro experimenty realizované v terénu je k dispozici webové rozhraní, optimalizované pro mobilní zařízení. Pomocí těchto tří přístupových možností lze vytvořit protokol experimentu, připojit experimentální data a provádět základní i rozšířenou správu realizovaných experimentů. Lokální úložiště je tvořeno databází založenou na Microsoft SQL, která uchovává všechny informace týkající se platformy bioWES - protokoly, šablony, experimentální data, uživatelské účty, či členění na místní laboratoř / ústav / konsorcium. Lokální úložiště slouží k lokálnímu uložení citlivých experimentálních dat a popisu experimentů. Centrální úložiště slouží k agregaci informací z jednotlivých lokálních úložišť a

je dostupné veřejným uživatelům pro vyhledávání specifických experimentálních dat, na základě popisu experimentu. Centrální úložiště obsahuje pouze experimentální protokoly, či šablony. Uživatel si může prostřednictvím odkazu na poskytovatele tato data za specifických podmínek vyžádat.



Obrázek 7. Celkové schéma systému bioWES

Všechny tři přístupové body lokálního úložiště (program na lokálním počítači, webové rozhraní a webové rozhraní pro mobilní zařízení) jsou spuštěny na lokálním serveru, v rámci sítě dané instituce (výzkumného ústavu). Webové rozhraní a daný počet desktopových klientů připojených k lokálnímu úložišti představuje instance bioWESu na úrovni jedné organizační jednotky (laboratoř, výzkumný ústav, univerzita).

Několik instancí bioWES může také být pro spolupráci spojeno s centrálním úložištěm a sdílení informací mezi organizacemi lze provádět po celém světě. Hlavní odlišností mezi centrálním úložištěm a lokálním úložištěm je to, že centrální databáze, podporuje pouze sdílení experimentálních metadat (nikoliv vlastní data z experimentu).

Obecný koncept bioWES je založen na elektronickém protokolu a reprezentaci experimentálních dat jako „černé skříňky“. Elektronický protokol má dvě fáze: První fáze je šablona protokolu, která představuje kostru protokolu popisující určitý experiment bez konkrétních hodnot, druhá fáze je protokol, který je vyplněnou šablonou pro konkrétní realizaci experimentu. Experimentální data v podobě binárních bloků jsou přímo spojena se „svým“ protokolem. Tento mechanismus umožňuje ukládat jakýkoliv typ experimentálních dat s podporou v široké oblasti výzkumu.

Desktopový klient - je samostatný program, nainstalovaný přímo v počítači uživatele (počítač je obvykle připojen k měřicímu zařízení nebo je využit pro zpracování a analýzu dat) a běží pod operačním systémem Microsoft Windows. Tento klient je nástroj pro správu protokolů. Poskytuje řadu funkcí pro vytváření, prohlížení a export protokolů. Hlavní obrazovka programu představuje seznam šablon a protokolů s kontextovým menu a poskytuje editační možnosti (přidávat nové položky, mazat, archivovat nebo upravovat existující, atd.).

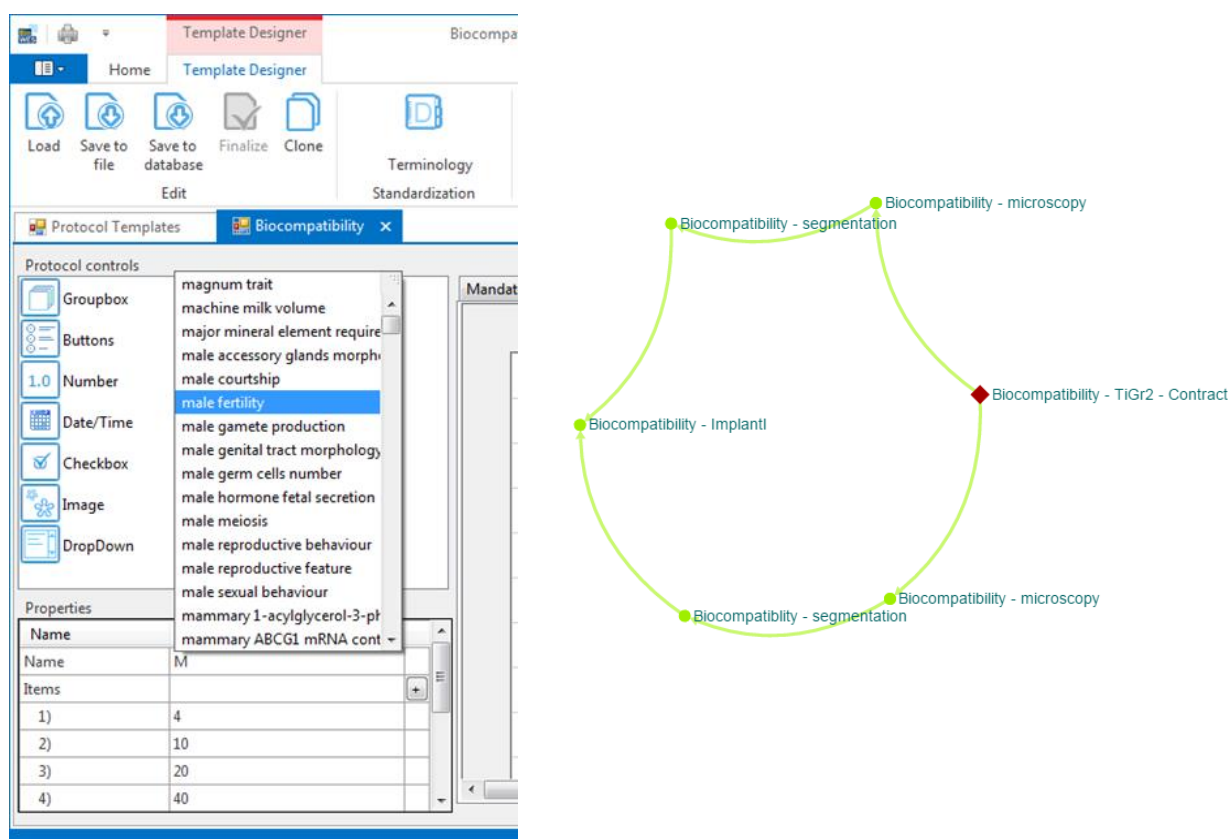
Manažer protokolů - je hlavní modul pro vizualizaci, tvorbu a modifikaci protokolů a šablon. Protokoly a šablony jsou zobrazeny ve formě seznamu se základními informacemi (název, popis, autor, poslední datum modifikace) v rámci specifické hierarchie. Další moduly jsou spouštěny prostřednictvím tohoto modulu, například moduly pro zpracování dat.

Manažer protokolů poskytuje přístup do databáze pro ostatní moduly. Používá komunikační rozhraní pro připojení k databázi a je odpovědný za životní cyklus dat. Ostatní moduly mají přístup k připojené databázi a mohou využívat část klientského komunikačního rozhraní pro nahrání a stahování dat, prostřednictvím služeb poskytovaných Manažerem protokolů.

Návrhář šablon - Modul návrhu šablon umožňuje uživateli vytvářet šablony pomocí grafického rozhraní obsahujícího předefinované komponenty, jako jsou textová pole, zaškrťovací políčka, rozbalovací menu, obrázky, odkazy, tabulky, číselná pole, atd. Uživatel si může jednoduše přetáhnout komponenty ze seznamu do okna šablony a formátovat jejich vzhled. Každá komponenta obsahuje seznam vlastností, které ovlivňují její chování.

Uživatel může rozhodnout, jaké prvky šablony jsou povinné (osoba vyplňující šablonu musí vyplnit tyto povinné komplementy), protože jsou významné pro reprodukovatelnost experimentu. Šablona může také mít pro komponenty definované zásuvné moduly (plugini), které automaticky zajišťují komunikaci s měřicími přístroji a načítají informace o nastavení přímo do šablony, bez nutnosti ručního vyplnění.

Další funkcionalitou Návrháře šablon je podpora standardizace terminologie používané v šabloně protokolu. Systém umožňuje načíst standard definovaný pomocí ontologie ve formátu OWL z webových portálů shromažďujících standardizace z různých oblastí výzkumu jako například BioPortal, BioSharing nebo Open Biology Ontology. Terminologie definovaná ve standardizaci je extrahována a nabídnuta uživateli při definování názvů jednotlivých komponent (popisu experimentu). Uživatel tak nemusí znát danou terminologii, ale pouze využít pojmy nabízené systémem Obr. 2.



Obrázek 8.

Vlevo – příklad nabídky terminologie ze standardu načteného z database standardů portálu BioPortal. Seznam pojmů je nabízen při návrhu šablony protokolu, při popisu jednotlivých položek protokolu. Vpravo – příklad vizualizace propojení protokolů pomocí orientovaného grafu. Uzly představují jednotlivé protokoly a vazby propojení protokolů

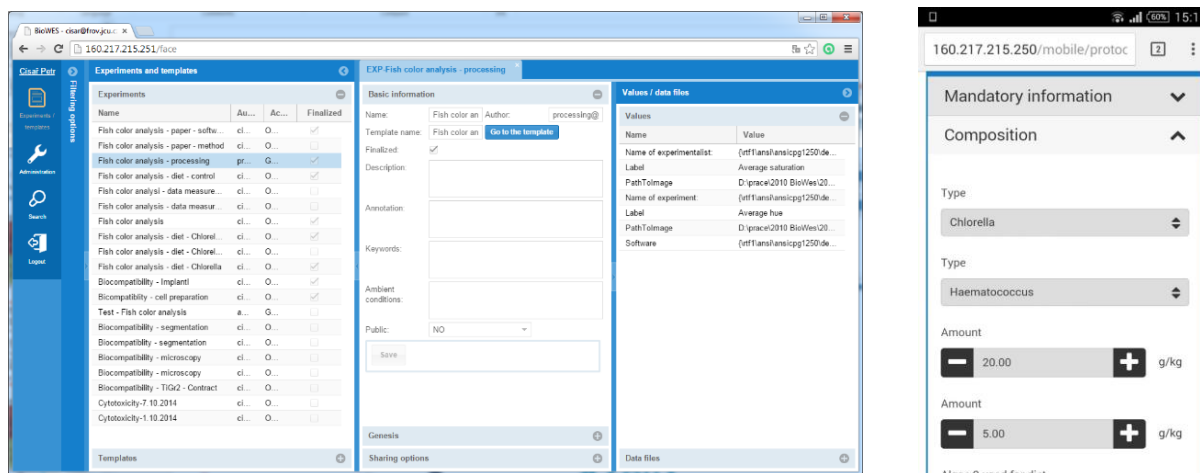
Generátor protokolů - je modul pro vytváření protokolů z vytvořené šablony pro konkrétní realizaci experimentu. Elektronickou šablonu je možné modifikovat a využít k vytvoření několika protokolů podobných experimentů. Tento systém zvyšuje úroveň standardizace popisu experimentů. Uživatel vyplní všechny požadované informace o experimentu a připojí k šabloně experimentální data. Po té jsou všechny informace o experimentu odeslány do lokální databáze. Modul může být využit jako průvodce prováděním experimentu při vhodné definici šablony, která obsahuje informace o krocích provedení experimentu. Vyplněný protokol s připojenými experimentálními daty může být propojen s ostatními protokoly pomocí vazby předchůdce následovník. Tyto vazby je po té možné vizualizovat ve webovém rozhraní formou orientovaného grafu, viz Obr. 2. Graf umožňuje uživateli získat celkový přehled o krocích pořízení, zpracování a analýzy dat a získat úplnou informaci o daném kroku prostřednictvím vyplněného protokolu tohoto kroku.

Funkce programu *Desktopový klient* mohou být rozšiřovány i samotnými uživateli, pomocí specializovaných modulů pro zpracování dat. Lze to provést díky dostupnému rozhraní bioWES SDK, které je k dispozici pro vývojáře. Tyto moduly mají přímý přístup k datům pro jejich automatické zpracování či vizualizace a po provedení příslušného zpracování uloží výsledky zpět do lokální databáze. Automaticky pak vyplní protokol o jejich zpracování.

Webové rozhraní - umožňuje uživateli přístup do lokálního úložiště bez nutnosti instalace programu *Desktopový klient* a poskytuje nástroje pro správu protokolů a šablon, viz. Obr 3.

Rozhraní poskytuje funkce pro vyhledávání protokolů a šablon, prohlížení jejich obsahu, stahování dat z lokální database, vizualizaci vazeb protokolů a šablon a sdílení s ostatními uživateli databáze. Pro sdílení je definováno 8 možností pro různé úrovně přístup k datům a metadatům experimentu.

Webové rozhraní pro mobilní zařízení – představuje zjednodušené webové rozhraní, optimalizované pro mobilní zařízení. Rozhraní umožňuje vyplnění protokolu a připojení fotografií či prohlížení vyplněných protokolů a je vhodné zejména pro realizaci polních experimentů, či jako průvodce pro realizaci experimentů v reálném provozu, viz Obr 3.



Obrázek 9

Vlevo – webové rozhraní pro správu protokolů a šablon. Vpravo – webové rozhraní pro mobilní zařízení

Výsledky a diskuse

Platforma bioWES má v tuto dobu již 5 hlavních pilotních instalací ve výzkumných institucích, které se zabývají různými druhy experimentů a produkují odlišné datové typy experimentálních dat. Kompletní řešení je testováno na experimentální analýze dat v oblasti mikroskopie živých buněk a systémů pro monitorování chování akvatických objektů Ústavu komplexních systémů. Jako příklad softwarového zásuvného modulu (plugin) pro komunikaci s měřicím přístrojem byl vyvinut modul pro světelný mikroskop, využívaný pro experimentální práci Pracoviště tkáňových kultury, specializovaného na analýzu časosběrné mikroskopie pro vyšetřování biokompatibility materiálů. Dále byl vytvořen modul pro zpracování experimentálních dat a modul pro analýzu a vizualizaci LC-MS signálu, pro Mikrobiologický ústav Akademie věd České republiky. Standardizovaná terminologie, vyvinutá v rámci projektu AQUAEXCEL, je používána pro protokoly akvakulturních experimentů výzkumného ústavu IFREMER.

Platforma bioWES je také oficiálním systémem pro ukládání dat mezinárodního infrastrukturního projektu AQUAEXCEL 2020. Zde bude platforma využívána pro správu experimentálních dat produkovaných v rámci interních výzkumných projektů realizovaných v 19 různých výzkumných infrastrukturách.

Platforma bioWES reprezentuje experimentální data ve formě binárních bloků (černé skříňky), aby bylo možné ukládat jakýkoli druh datového typu získaného během různých experimentů. Specifikem tohoto přístupu je, že systém nemůže přímo využívat samotná data pro vyhledávání, neboť vyhledávání konkrétního protokolu je založeno pouze na popisu

experimentu (metadata). Tento postup je ale dostatečný v případě kvalitního popisu experimentu (kdy jsou z pohledu reprodukovatelnosti popsány všechny důležité proměnné experimentu). Pro práci s konkrétními datovými typy jsou pak určeny moduly pro zpracování dat.

Pro všechny zájemce o vyzkoušení systému bioWES je dostupná testovací databáze a bezplatná verze programu *Desktopový klient*. Uživatel si může stáhnout instalační balíček ze stránek projektu www.biowes.org a vytvořit testovací účet. Pro vyzkoušení všech funkcí systému jsou pod testovacím účtem (login: test@test.cz, heslo: test) vytvořeny protokoly z různých oblastí výzkumu.

Závěr

Tento článek popisuje platformu bioWES pro správu experimentálních dat a metadat. Nástroje platformy poskytují řešení na podporu práce výzkumných pracovníků, od návrhu protokolu až po spolupráci pomocí sdílení. Hlavními výhodami systému je podpora standardizace terminologie, zachycení vývoje protokolů a řetězce zpracování dat a modulární řešení systému, které přispívají k reprodukovatelnosti experimentální práce. Platforma může být adaptována na práci jednoho výzkumníka nebo na práci výzkumného konsorcia, pomocí modularity řešení. Obsahuje specializované programové moduly (pluginy) se specifickými funkcnostmi pro různá pracoviště i moduly zajišťující automatizaci zpracování dat a jejich následné předání zpět do systému. Centrální úložiště umožňuje propojení několika lokálních úložišť a slouží jako veřejné místo pro výměnu protokolů a šablon specifických experimentů s odkazy na poskytovatele experimentálních dat.

Platforma má dnes několik pilotních instancí a je součástí mezinárodního infrastrukturního projektu AQUAEXCEL2020.

Dedikace

Výsledky byly získány za finanční podpory MŠMT projektu CENAKVA (CZ.1.05/2.1.00/01.0024), projektu CENAKVA II (LO1205 v rámci programu NPU I) a projektu TA01010214 Technologické agentury České republiky. Autoři děkují za spolupráci firmě dataPartner, která se podílí na vývoji platformy bioWES.

Použitá literatura:

1. Jonathan Shaw <http://harvardmagazine.com/2014/03/why-big-data-is-a-big-deal>. Accessed 22 Jun 2015.
2. Joel Achenbach <http://www.theguardian.com/science/2015/feb/07/scientific-research-peer-review-reproducing-data>. Accessed 22 Jun 2015.
3. Casadevall, A., Fang, F.C.: Reproducible science. *Infect Immun.* 78(12):4972-5. doi: 10.1128/IAI.00908-10, (2010)
4. Lemberger, T.: Tools of discovery. *Molecular Systems Biology* 10(1):715. doi:10.1002/msb.201305048, (2013)
5. Fecher, B., Friesike, S., Hebing, M.: What Drives Academic Data Sharing?. *PLoS ONE* 10(2): e0118053. doi:10.1371/journal.pone.0118053, (2015)
6. Tenopir, C., Allard, S., Douglass, K., Aydinoglu, A.U., Wu, L.: Data Sharing by Scientists: Practices and Perceptions. *PLoS ONE* 6: e21101. doi: 10.1371/journal.pone.0021101 PMID: 21738610, (2011)
7. QUARTZY <https://www.quartzy.com/>. Accessed 22 Jun 2015.
8. Milsted, A.J., Hale, J.R., Frey, J.G., Neylon, C.: LabTrove: A lightweight, web based, laboratory "blog" as a route towards a marked up record of work in a bioscience research laboratory. *PLoS ONE* 8(7): 10.1371/journal.pone.0067460, (2014)

9. E-NOTEBOOK <http://www.cambridgesoft.com/E-Notebook2.aspx>. Accessed 22 Jun 2015.
10. SEEK <http://seek4science.org/>. Accessed 22 Jun 2015.
11. AQUAEXCEL <http://www.aquaexcel.eu/>. Accessed 22 Jun 2015.

Kontaktní adresa:

Ing. Petr Císař Ph.D.

Ústav komplexních systémů, Fakulta rybářství a ochrany vod

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Zámek 136, 37333 Nové Hradky

cisar@frov.jcu.cz

MAPOVÁNÍ VÝSKYTU KRAJOVÝCH OVOCNÝCH DŘEVIN**Mapping of occurrence of fruit landraces****Holubec V.¹, Paprštejn F.², Dokoupil L.³, Řezníček V.³**¹*Výzkumný ústav rostlinné výroby, v. v. i., Praha*²*Výzkumný a šlechtitelský ústav ovocnářský Holovousy s. r. o.*³*Mendelova univerzita v Brně***Abstrakt**

Domácí ovoce ve starých sadech, zahradách, alejích, v intravilánu obcí a v roztroušené zeleni ve venkovské krajině představuje velmi různorodé nemovité kulturní bohatství. Zejména tato roztroušená zeleň dává zvláště české krajině osobitý ráz. Informace z historických pramenů posloužily pro jejich vyhledávání v terénu. Byla prováděna inventarizace historického a současného výskytu a pěstování krajových odrůd v ČR. Výsledkem terénního výzkumu je zdrojová database, která byla využita pro mapování výsad a stromů za jednotlivé druhy a odrůdy ovocných dřevin ve formátu ArcGIS.

Klíčová slova: krajové formy, staré odrůdy, genofondy, mapování, konzervace

Abstract

Local fruits in old orchards, gardens, roadside plantations, in villages and in scattered rural country represent very diverse immovable cultural heritage. Especially the scattered plantations give the undulated Czech countryside its typical character. Historical literature data served for their localisation in the country. Inventory of historical and current distribution of landraces was provided for the Czech Republic. The result of field research is a database, that was a source for mapping of landraces, species and cultivars of fruit woody plants in the ArcGIS format.

Key words: landraces, obsolete cultivars, germplasm, mapping, conservation

Úvod

Území České republiky se významnou měrou podílelo na vzniku řady odrůd ovocných dřevin. Již v sedmém století se okolo klášterů vytvářely ovocné sady a ovoce se dále odsud rozšiřovalo k lidem (Říha, 1919). Krajové formy vznikaly od počátku zemědělství výběrem z planých ekotypů a jejich pěstováním farmáři v domácím regionu (Guarino et al. 1995, Iriondo et al. 2008). Od středověku existují informace o tvorbě nových odrůd na našem území. Zmínky o ovocných zahradách se dochovaly v zakládacích listinách klášterů, ale skutečný rozkvět nastává v době vlády Karla IV. Později, v 16. a 17. století se šlechtění nových odrůd zdokonalovalo. Krajové formy vznikaly výběrem z planých ekotypů a jejich pěstováním farmáři v jejich domácím regionu (Kühn 1974). Byly užívány ve šlechtění a vznikaly tak první šlechtěné odrůdy (obsolete cultivars). Všechny tyto materiály vzniklé na historickém území českých zemí představují objekty naší kulturní identity.

Krajové odrůdy a staré kultivary ovocných dřevin lze nalézt v krajině sporadicky do dnes, v alejích, na mezích, v sadech v okolí sídlišť, ve venkovských a klášterních zahradách. Jsou také svědky zaniklých zemědělských usedlostí zejména v Sudetském pohraničí. Konzervace starých odrůd tradičních domácích ovocných plodin má význam kulturní, sociální, krajinný a environmentální (Paprštejn a Kloutvor 2007). Staré sady jsou významné z hlediska zachování genofundu kulturních odrůd ovocných dřevin (Tetera, 2003). Tyto dřeviny jsou znakem autenticity místa. Ovocné aleje představovaly v minulosti významné produkční plochy, dnes jsou považovány především za krajinný element (Salašová, 2000). Dodnes hrají významnou úlohu jako větrolamy a sněholamy podél silnic a mohou mít nové funkce jako stínění tělesa silnice při oteplování klimatu. Snahou je vracet se k tradicím v tvorbě stromořadí a na druhé straně je třeba zvažovat i všechna úskalí použití ovocných dřevin (Salašová, 2000).

Začátkem druhé poloviny 20. století pocítila krajina vliv socializace venkova. Na polích vznikaly monokultury, došlo k úbytku selských sadů, ovocných stromořadí a rozptýlené krajinné zeleně vůbec (Tetera a kol, 2006).

Nyní jsou podporovány opačné tendence, ochrana typického rázu české venkovské krajiny. Je žádoucí, aby rozptýlená zeleň a aleje byly opět navraceny do krajiny jako estetický krajinoformující ale do určité míry i užitný prvek jednak jako větrolamy, sněholamy, ale i pro užitek plodů. A zde právě krajové odrůdy ovocných dřevin by měly sehrát hlavní a tedy i svoji původní roli.

Materiál a metody

Řešitelský kolektiv se zabýval vyhledáváním starých sadů, alejí, ovocných zahrad, solitérních starých stromů a keřů a dalších ovocných dřevin v krajině. V průběhu řešení projektu byly navštěvovány oblasti s pravděpodobným vyšším výskytem dochovaných krajových odrůd. Byly to zejména pohraniční oblasti, horské a podhorské regiony a území vzdálená od intenzivního zemědělství. Postupně byly navštíveny oblasti: Krkonoše, Orlické hory, Šumava, západní Krušné hory a Tachovsko, Český les, Podyjí, Bílé Karpaty a Tišnovsko. Pro terénní průzkum byly využívány standardní metody inventarizace a mapování dřevin v krajině. Vybrané lokality byly posuzovány na základě pomologického zastoupení – určení odrůd se zaměřením na nejstarší domácí materiály. Mimořádná pozornost byla věnována přestárlým – unikátním stromům. Přežití těchto jedinců je již nejisté, často bývají bez vážné příčiny likvidováni a to jak ve stromořadích a alejích, ale i v polních sadech.

Informace o výskytu krajových forem a starých historických odrůd ovocných plodin v jednotlivých regionech byly zpracovávány do zdrojové databáze. Dále byly zaznamenány údaje o výsadbě a zdravotním stavu stromů nebo porostu. Jednotlivé lokality byly zaměřeny přístrojem GPS. Lokality výskytu byly mapovány v programu ArcGIS za jednotlivé ovocné druhy a regiony.

Výsledky a diskuze

Průzkum v oblasti NP a CHKO Šumava

Od pracovníků NP Šumava byly získány mapy se zákresy výskytu ovocných stromů. Tyto lokality byly prověřeny v průběhu opakovaných návštěv, ovocné druhy určeny, byl odhadnut věk stromů, posouzen jejich zdravotní stav, stromy byly přesně lokalizovány GPS a vymapovány. Celkem bylo určováno a zaznamenáno do databáze 32 stromů v katastru 8 obcí. Nadmořská výška sledovaných lokalit byla 430-850 m. Celkem v regionu bylo zaznamenáno 19 odrůd ovocných dřevin bez duplikací. Větší výskyt ovocných dřevin byl zaznamenán v nižších polohách u bývalých nebo přetrvávajících sídlišť a podél melioračních staveb, zejména Švarcenberského kanálu. V oblasti Šumavy bylo nalezeno 21 odrůd jabloní. Některé odrůdy byly typické pro české osídlení, jiné pro německé.

Průzkum v oblasti Krkonoš – KRNAP a Podkrkonoší

Krkonoše byly opakovaně navštíveny v době plodnosti ovoce a byly určeny odrůdy, další údaje o stromech byly zaznamenány do databáze. Celkem bylo určováno a zaznamenáno do databáze 228 stromů v katastru 23 obcí. Nadmořská výška sledovaných lokalit byla 490-860 m. Celkem v regionu bylo zaznamenáno 100 odrůd ovocných dřevin bez duplikací. Byl zaznamenán větší výskyt lokálních krajových odrůd 'Holovouské malinové' a 'Smířické vzácné'. V nižších polohách, převážně v okolí obcí, bylo zaznamenáno více starých odrůd ovocných dřevin, než ve vyšších polohách.

Průzkum v oblasti Orlických hor

Z ovocnářského hlediska je oblast Orlických hor chudá na původní odrůdy. Téměř všechny staré ovocné stromy byly během posledních 45 let zlikvidovány. V rekreačních oblastech jsou vysazovány novější odrůdy, které se více či méně hodí do této lokality. Řada ovocných dřevin byla nahrazena lesními a okrasnými dřevinami. Přesto se nám podařilo objevit několik původních odrůd. Např. v Benátkách u Skuhrova (520 m n.v.) byla nalezena odrůda 'Vinné'.

Průzkum v oblasti Krušných hor

Během expedice se podařila zmapovat západní část Krušných hor a Doupovské hory. Oblast je poměrně bohatá na ovocné dřeviny, především na jabloně a hrušně. Odrůdová skladba zahrnuje odrůdy, které se vysazovaly po 1. světové válce. Překvapuje velmi častý výskyt semenáčů jabloní a zejména hrušní, který nebyl zaznamenán na jiných lokalitách. V této sudetské oblasti byly mnohé odrůdy vázány na české osídlení nebo na národnostní menšiny.

Průzkum v oblasti Beskyd

Území bylo bohaté na ovocné dřeviny, především na jabloně a slivoně. Celkem bylo určováno a zaznamenáno do databáze 96 stromů v katastru 6 obcí. Nadmořská výška sledovaných lokalit byla 250–610 m. Celkem v regionu bylo zaznamenáno 60 odrůd ovocných dřevin bez duplikací. Nejvíce rozšířenou odrůdou jabloně byly různé formy 'Jaderničky moravské'. Formy se liší variabilitou tvaru a velikosti plodů.

Průzkum v oblasti Jeseníků

Byla navázána spolupráce s CHKO Jeseníky. Pracovníci Správy parku poskytli informace o lokálním výskytu ovocných dřevin a byli velmi nápomocni při vyhledávání těchto lokalit. Byly navštíveny horské obce a prověřen výskyt ovoce zejména na svazích nad obcemi. Oblast Jeseníků byla v minulosti bohatá na jabloně. Většina sadů však byla postupně vykácena v průběhu 70–90 let a nyní lze nalézt jen malé fragmenty původních výsadeb. Celkem bylo určováno a zaznamenáno do databáze 60 stromů v katastru 8 obcí. Nadmořská výška sledovaných lokalit byla 410–470 m. Celkem v regionu bylo zaznamenáno 44 odrůd ovocných dřevin bez duplikací.

Průzkum v oblasti NP Podyjí

Pracovníci Správy NP Podyjí poskytli informace o lokálním výskytu ovocných. Na území NP se vyskytovaly ovocné dřeviny zejména v privátních zahradách. Vedle současných odrůd si starousedlíci stále udržují staré stromy oblíbených odrůd ovoce. Celkem bylo určováno a zaznamenáno do databáze 26 stromů v katastru 8 obcí. Nadmořská výška sledovaných lokalit byla 300–440 m. Celkem v regionu bylo zaznamenáno 8 odrůd ovocných dřevin a mnoho semenáčů. V některých lokalitách se vyskytovala mišpule jako pozůstatek po německém osídlení. V minulosti byla roubována převážně na hloh, popřípadě hrušňové pláň. Významně rozšířeným druhem v této oblasti je vlašský ořešák. V lesní části údolí řeky Dyje se kromě odrůd jabloně vyskytovala 'Švestka domácí'. Překvapilo nás plošné rozšíření šarky, přesto že se stromy nacházely v lesním porostu. Pouze ojediněle byly zaznamenány stromy, které nebyly napadeny šarkou. Nepodařilo se nám nalézt starou lokální odrůdu třešně 'Znojemská kaštánka'. Bylo nalezeno množství semenáčů ovocných dřevin ve velmi aridních podmínkách na skalnatých svazích. Tyto materiály mohou být cenné pro nové podmínky při globálním oteplování (Holubec et al. 2015)

Inventarizace starých sadů Tišnovska

Na základě znalostí lokality, podle literárních pramenů a kontaktů s obyvateli a pamětníky byl zjišťován historický výskyt ovocných druhů v regionu Tišnovska – Hornosvratecké

vrchoviny. V průběhu řešení projektu byl každý rok postupně prováděn výzkum v jednotlivých obcích. Ve vybraných 14 katastrech obcí na území Lomnicka, Tišnovska a Nedvědice byl průběžně zjišťován výskyt druhového zastoupení ovoce a odrůdové skladby ovocných dřevin. Evidence byla zaměřena na ovocné zahrady u domu, či selská hospodářství, na aleje, stromořadí i polní sady. Ke zjišťování výskytu bylo použito metod historického a odborného terénního průzkumu. Byly nalezeny žijící stromy jejichž stáří je téměř 2 století, např. odrůda jabloně Velník v obci Křížovice má stáří 200 let, odrůda Kanefl v obci Křížovice 150 let, odrůda Stražínek v obci Křížovice 180 let, odrůda Šarlatka boračská v obci Borač 90 let a další. Celkem bylo určováno a zaznamenáno do databáze 482 stromů. Celkem v regionu bylo zaznamenáno 81 odrůd ovocných dřevin bez duplikací.

Závěry

Terénní průzkum zajistil regionálně cenný materiál krajových odrůd ovoce, prověřil existenci a odrůdové složení vybraných sadů, alejí a roztroušených výsadeb. Informace o výskytu krajových forem a starých historických odrůd ovocných plodin v jednotlivých regionech byly zpracovávány do zdrojové databáze. Dále byly zaznamenány údaje o výsadbě a zdravotním stavu stromů. Jednotlivé lokality byly zaměřeny přístrojem GPS. Lokality výskytu byly mapovány v programu ArcGIS za jednotlivé ovocné druhy a regiony.

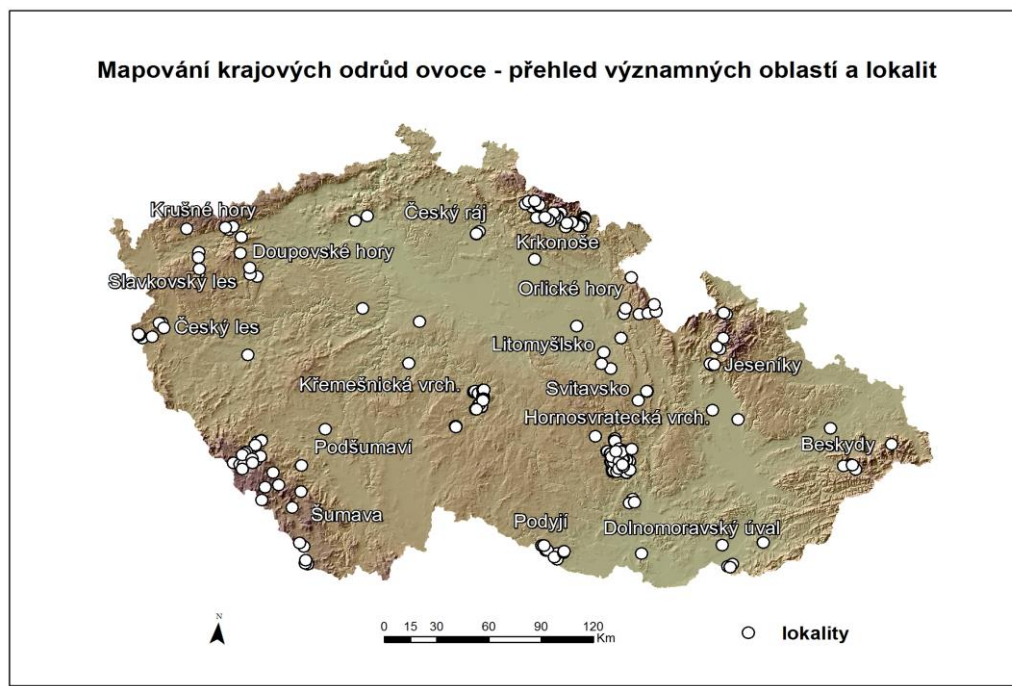
Dedikace

Tato práce vznikla při řešení projektu Ministerstva kultury č. DF11P01OVV006.

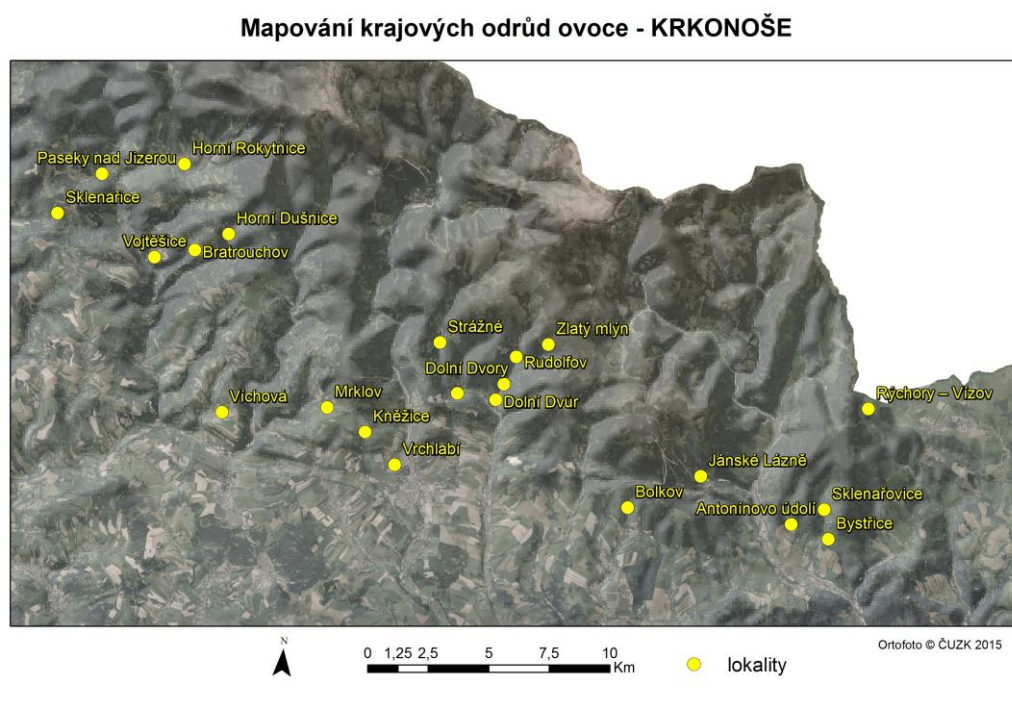
Použitá literatura

- Guarino L., Ramanantha Rao V., Reid R. (1995): Collecting plant genetic diversity. Technical guidelines. IGRI Rome, 748 pp.
- Holubec V., Smekalova T., Paprštejn F., Štočková L., and Řezníček V.. 2015. Potential of Minor Fruit Crop Wild Relatives (CWR) as New Crops in Breeding for Market Diversification. In: R. Redden, S. S. Yadav, N. Maxted, M. E. Dulloo, L. Guarino, P. Smith. Crop Wild Relatives and Climate Change. John Wiley & Sons, Inc. P. 290-315.
- Iriondo J.M., Maxted N., Dulloo M.E.(2008): Conserving plant genetic diversity in protected areas: Population management
- Kühn F. 1974. Genové zdroje místních plodin v Československu. In: Getické zdroje ve šlechtění rostlin. Sbor. Věd. Prací Celost. Konf. Praha p. 685-694.
- Paprštejn, F., Kloutvor, J. (2007): Preservation of Fruit Landraces of the Czech Republic. Acta Horticulturae, No. 760, p.457-461.
- Řiha J., 1919. České ovoce. Praha.
- Salašová, A 2000. Koncepcia krajinného plánovania. In: Koncepcie uceleného krajinného plánování. Česká společnost krajinných inženýrů, s. 33.
- Tetera V. 2003. Záchrana starých a krajových odrůd ovocných dřevin. Metodika ČSOP č. 4. Veselí nad Moravou
- Tetera V., Boček S., Jongepierová I., Krška B., Němec J., Pešek R., Řezníček V., Tomčala L. 2006. Ovoce Bílých Karpat. ČSOP Bílé Karpaty ve Veselí nad Moravou. s. 309, ISBN 80-903444-5-3

Obr. 1. Mapování krajových odrůd ovocných dřevin v ČR

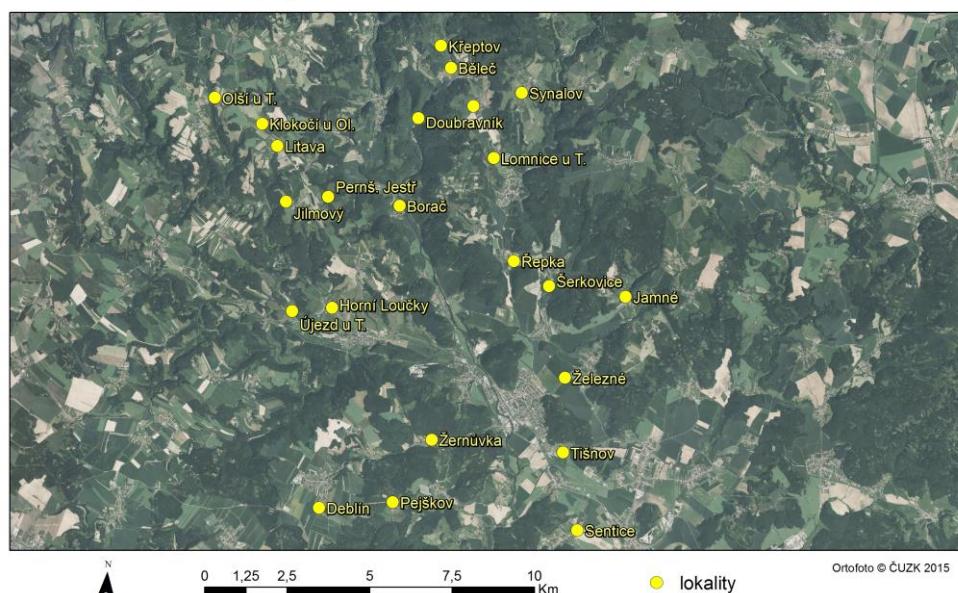


Obr. 2. Mapování výskytu krajových odrůd v Krkonoších



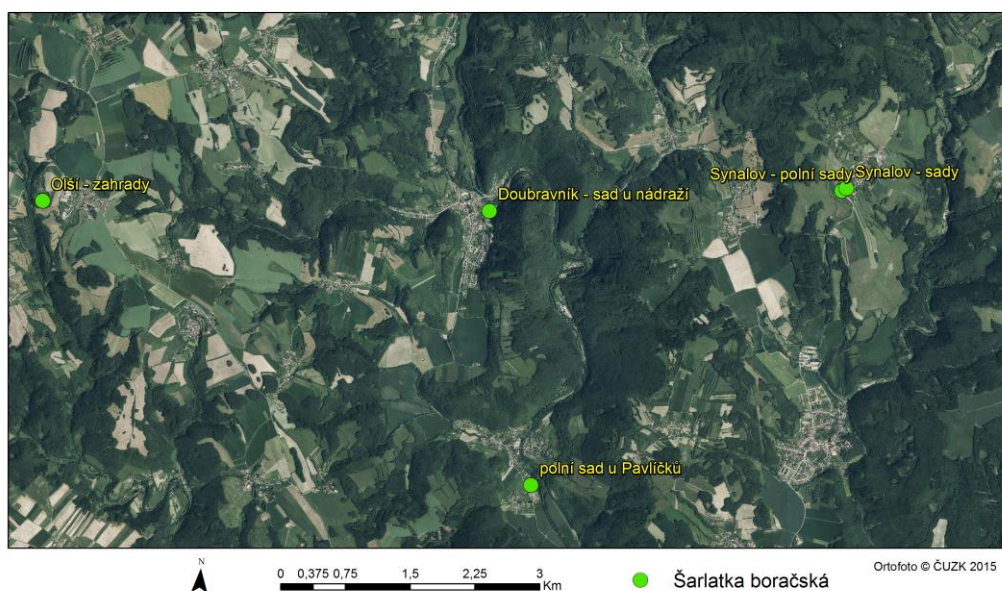
Obr. 3. Mapování výskytu krajových odrůd v Hornosvratecké vrchovině (Tišnovsko)

Mapování krajových odrůd ovoce - HORNOSVRATECKÁ VRCHOVINA



Obr. 4. Mapování výskytu krajové jabloně 'Šarlatky boračské' v Hornosvratecké vrchovině (Tišnovsko)

Mapování krajových odrůd ovoce - ŠARLATKA BORAČSKÁ



Kontaktní adresa:

Ing. Vojtěch Holubec, CSc.

Genová banka, Výzkumný ústav rostlinné výroby v. v. i.

161 06 Praha 6 Ruzyně 507

e-mail: holubec@vurv.cz

MOŽNOSTI POUŽITÍ HERBICIDŮ V TRAVNÍM SEMENÁŘSTVÍ - PŘEDBĚŽNÉ VÝSLEDKY

Possibilities for herbicide use in grass seed crops - preliminary results

Macháč R., Smočková M.

OSEVA vývoj a výzkum s.r.o.

Abstrakt

V roce 2014 byla v prvním cyklu testování hodnocena fytotoxicita vybraných herbicidů v semenářských porostech 7 druhů trav. Do pokusů byly zařazeny i herbicidy s částečným graminicidním účinkem. V polních maloparcelních pokusech byla sledována selektivita herbicidů a vliv na výnos semen, výnosotvorné prvky a kvalitativní parametry. Z výsledků prvního cyklu testování vyplývá, že přípravky Biplay SX a Corello jsou pro většinu travních druhů silně fytotoxické. Naopak přípravky Biathlon 4D a Tomigan XL poskytly velmi dobré výsledky a mají perspektivu registrace do semenářských porostů trav. Pokusy s perspektivními herbicidy budou opakovány v dalších dvou letech.

Klíčová slova: trávy, herbicidy, fytotoxicita, produkce semen,

Abstract

In small-plot trial conducted in 2014 the selectivity of selected herbicides in seed crops of seven grass species was evaluated. Into the trial were inserted also herbicides with graminicide effect. Evaluations were made in selectivity of herbicides and its effect on seed yield, components of yield and quality of seed. From preliminary results follows, that the herbicides Biplay SX and Corello are high phytotoxic for most of grass species. However, herbicides Biathlon 4D and Tomigan XL give very good results and have perspective for registration for grass seed crops. Field trials with perspective herbicides will be repeated in other two years.

Key words: grasses, herbicide, phytotoxicity, seed production,

Úvod

Ochrana vůči plevelům je stěžejní součástí agrotechniky trav pěstovaných na semeno. Pro uznání semenářského porostu, resp. osiva je nezbytné udržet porost trav bez nadměrného zaplevelení a především bez přítomnosti zvláště nebezpečných plevelů (šťovíky, pýr apod.). Plevelé mohou být nejen důvodem pro zamítnutí uznání množitelského porostu, ale rovněž mohou významně snížit výnos semen trav (Fairey, Hampton, 1997). Výzkumná stanice travinářská v Zubří každoročně monitoruje výskyt plevelů v množitelských porostech trav a ve sklizeném přírodním osivu. Z výsledků vyplývá, že velkým nebezpečím pro množitelské porosty trav jsou především pýr plazivý, jiné kulturní trávy, výdrol obilovin, velkolisté šťovíky, heřmánky, rmeny a plevelné lipnice (roční a obecná). Pýr plazivý (*Elytrigia repens*) je trvale neproblematičtější plevel v travním semenářství (Macháč, 2010). V porostech trav na semeno nelze tento plevel hubit a je proto nutné regulovat zaplevelení tímto plevelem již v předplodinách, popř. totálními herbicidy před založením travosemenných kultur. Regulace dvouděložných plevelů, včetně širokolistých šťovíků, je v travách pěstovaných na semeno snazší. Herbicidy registrované pro použití v travách na semeno pokrývají velkou část spektra dvouděložných plevelů. Nicméně, ukončování registrace herbicidů ze strany chemických firem, či ekologická omezení nás nutí ke zkoušení nových, ekologicky příznivějších herbicidů. Rostoucí podíl travovitých plevelů je důvodem pro zařazování herbicidů s částečným graminicidním účinkem. Tento příspěvek přináší první informace o pokusech s hodnocením selektivity vybraných herbicidů v sedmi nejčastěji pěstovaných travních druzích.

Materiál a metody

Polní maloparcelní pokus byl založen na pozemcích Výzkumné stanice travinářské v Zubří (356 m n. m., průměrná teplota 7,5 °C, srážkový normál 864 mm) v roce 2010. Trávy byly vysety bezezbytkovým secím strojem Hege 80 do 6 řádků širokých 21 cm. Velikost parcel pro sklizeň činila 10,1 m² (1,26 m x 8 m). Pokusné parcely byly uspořádány do šesti randomizovaných bloků, ve 4 blocích (opakování A-D) byly testovány herbicidy v základní dávce, ve dvou blocích (opakování E-D) byla herbicidy testovány v dvojnásobné dávce (simulace překrytí postřikových ramen na úvratích). Do pokusu byly zařazeny tyto herbicidy: Beflex (*beflubutamid*) - 0,5 l.ha⁻¹; Biplay SX (*metsulfuron-methyl* + *tribenuron-methyl*) - 45 g.ha⁻¹; Tomigan XL (*florasulam* + *fluroxypyr*) - 1,5 l.ha⁻¹; Corello (*pyroxsulam*) - 125 g.ha⁻¹ a Biathlon 4D (*florasulam* + *tritosulfuron*) v dávce 70 g.ha⁻¹ + smáčedlo Dash. Jako standardní přípravek byl zařazen herbicid Mustang v dávce 0,6 l.ha⁻¹. Aplikace herbicidů proběhla na jaře ve fázi odnožování (BBCH 25) pomocí bezezbytkového přesného parcelního postřikovače Zems 09/00. Dávka vody činila 300 l.ha⁻¹.

Hnojení bylo standardní - podzim: 60 kg N + PK, jaro 81 kg N (ve dvou dávkách).

Pokusné porosty byly sklizeny přímou sklizní pomocí parcelní sklízecí mlátičky Wintersteiger Elite, vymláčené osivo bylo dosušeno a vyčištěno na laboratorní čističce Westrup La/Ls. Před sklizní byly z 1 bm řádku odebrány vzorky rostlin pro stanovení počtu plodných stébel a počtu obilek v květenství. Získané výsledky byly podrobeny statistické analýze pomocí programu STATISTICA (data analysis software system), version 10. (Cochran-Bartlettův test, ANOVA, následné testování dle Tukeye).

Výsledky a diskuze

Hodnocení fytotoxicity

Nejzřetelnější příznaky fytotoxicity byly u všech zařazených travních druhů pozorovány u přípravků Biplay SX a Corello. Herbicid Biplay SX způsoboval především retardaci růstu. V dvojnásobné dávce se projeví i chlorózy, místy přecházející až v nekrózy. S rostoucí dobou od aplikace se příznaky fytotoxicity snižovaly, s výjimkou kostřavy luční, kde naopak došlo k zintenzivnění příznaků až úplné decimaci porostu (porost nemetal). Přípravek Corello se projevoval zejména chlorózami, přecházejícími až v nekrózy (zvláště v dvojnásobné dávce).

Tabulka 1 Fytotoxicita herbicidů na vybrané travní druhy 2 týdny po aplikaci

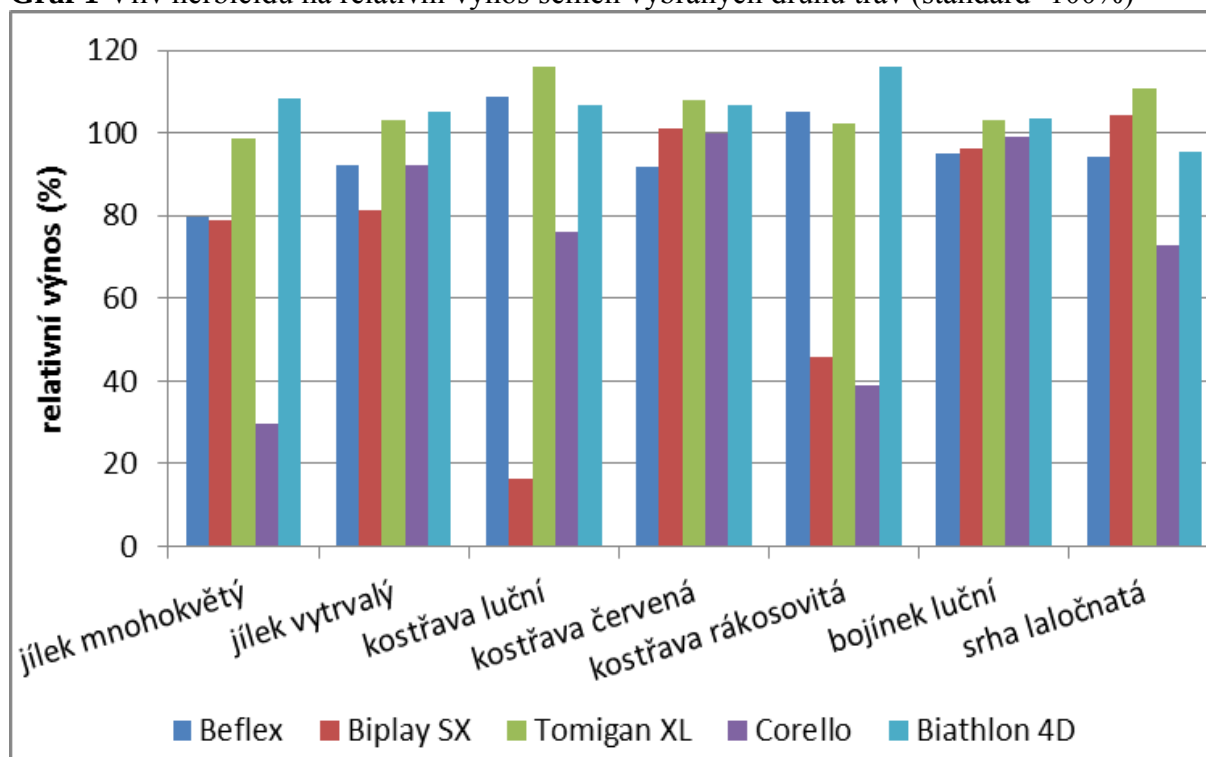
herbicid	dávka	jílek mnohok.		jílek vytrvalý		kostřava luční		kostřava červená		kostřava rákosovitá		bojíněk luční		srha laločnatá	
		%	T ₀₅	%	%	%	%	%	T ₀₅	T ₀₅	T ₀₅	T ₀₅	T ₀₅	%	T ₀₅
kontrola	Z	0	A	0	a	0	a	0	a	0	a	0	a	0	a
	D	0	A	0	a	0	a	0	a	0	a	0	a	0	a
Beflex (0,5 l/ha)	Z	0	A	0	a	0	a	0	a	0	a	0	a	0	a
	D	0	A	0	a	3	a	3	b	0	a	0	a	0	a
Biplay SX (45 g/ha)	Z	14	B	11	bc	19	bc	3	b	11	b	14	b	5	b
	D	25	cd	20	d	30	d	4	b	20	c	20	c	10	c
Tomigan XL (1,5 l/ha)	Z	0	A	0	a	0	a	0	a	0	a	0	a	0	a
	D	0	A	0	a	0	a	0	a	0	a	0	a	0	a
Corello (125g/ha)	Z	20	C	9	b	16	b	6	c	14	bc	11	b	8	b
	D	30	D	15	c	28	cd	8	d	15	bc	13	b	15	d
Biathlon 4D (70 g/ha)	Z	0	A	0	a	0	a	0	a	0	a	0	a	0	a
	D	0	A	0	a	5	a	0	a	0	a	0	a	0	a

Slabé symptomy fytoxicity (retardace růstu) se vyskytovaly u kostřav ošetřených dvojnásobnou dávkou herbicidu Beflex a u kostřavy luční byly slabě retardovány i parcely ošetřené dvojnásobnou dávkou přípravku Biathlon 4D. Podrobnější výsledky jsou uvedeny v tabulce 1.

Hodnocení výnosu

Vliv aplikace testovaných herbicidů na výnos semen trav do jisté míry korespondoval s fytotoxickými účinky. Zejména u přípravků Biathlon 4D a Tomigan XL nebylo zaznamenáno významné ovlivnění výnosu semen a výše výnosu byla často nad úroveň standardního přípravku Mustang. V případě herbicidu Beflex došlo k průkaznému snížení výnosu u jílku mnohokvětého (o 20 %) a jílku vytrvalého (o 8 %). Neprůkazně se snížil výnos u kostřavy červené, bojínku lučního a srhy laločnaté. Přípravek Biplay SX razantně snížil výnos kostřavy luční (o 84 %) a průkazně snížil také výnos obou jílků (JM o 21 %, JV o 19 %) a kostřavy rákosovité (o 56 %). Přípravek Corello značně snížil výnos jílku mnohokvětého (o 70 %), dále průkazně snížil výnos semen jílku vytrvalého (o 8 %), kostřavy luční (o 24 %), kostřavy rákosovité (o 61 %) a srhy laločnaté (o 27 %). V případě dvojnásobných dávek byly výsledky obdobné, pouze u přípravku Corello došlo k podstatně vyššímu snížení výnosu u dotčených druhů trav a v případě herbicidu Biplay SX klesl výnos semen kostřavy luční na nulu (porost vůbec nemetal) a u kostřavy rákosovité došlo ke snížení výnosu o 80 %). Vliv základních dávek herbicidů na výnos semen je znázorněn v grafu 1.

Graf 1 Vliv herbicidů na relativní výnos semen vybraných druhů trav (standard=100%)



Hodnocení výnosotvorných prvků a kvality výnosu

Hodnocené herbicidy z výnosotvorných prvků nejčastěji ovlivňovaly počet plodných stébel. K průkaznému snížení počtu stébel došlo především po aplikaci přípravků Biplay SX a Corello u kostřavy luční, kostřavy rákosovité a obou jílků. U jílku mnohokvětého byl po aplikaci herbicidu Corello průkazně snížen i počet obilek na klas a hmotnost tisíce obilek. V ostatních případech nebylo zaznamenáno průkazné ovlivnění hmotnosti tisíce obilek.

Aplikace herbicidů neměla vliv na klíčivost semen trav, s výjimkou průkazného snížení klíčivosti kostřavy luční po aplikaci herbicidu Biplay SX a dvojnásobné aplikace přípravku Corello. Podrobné výsledky jsou u autora příspěvku.

Závěr

Výsledky prvního cyklu testování selektivity vybraných herbicidů v sedmi nejčastěji pěstovaných druzích trav naznačily možnosti budoucího uplatnění daných herbicidů při regulaci zaplevelení trávosemenných porostů. Velmi dobré výsledky poskytly herbicidy Biathlon 4D a Tomigan XL, které nevykazovaly prakticky žádnou fytotoxicitu a neměly negativní vliv na výnos semen. Naopak přípravky Biplay SX a Corello se u většiny druhů trav projevily fytotoxicky a rovněž významně snížily výnos semen trav. Obecné závěry budou formulovány až po vyhodnocení dalších dvou pokusných cyklů.

Dedikace

Příspěvek vznikl za přispění projektu QJ1510121 „Inovace postupů zakládání, ošetřování a ochrany semenářských porostů víceletých píceň“ financovaném Národní agenturou pro zemědělský výzkum.

Použitá literatura

- Cagaš, B., Macháč, J., Ševčíková, M., Macháč, R., Šrámek, P. (2010): Trávy pěstované na semeno. 1. vydání Olomouc: Vydavatelství Ing. Petr Baštan. 276 s.
- Fairey, D.T., Hampton, J.G. (1997) Forage Seed Production. Volume 1: Temperate Species. CAB International. 420 s.

Kontaktní adresa:

Ing. Radek Macháč, Ph.D.
OSEVA vývoj a výzkum s.r.o.
Hamerská 698, 756 54 Zubří
e-mail: machac@oseva.cz

SLEDOVÁNÍ VLIVU KULTIVAČNÍCH ZÁSAHŮ NA ZMĚNY FYZIKÁLNÍCH VLASTNOSTÍ PŮDY V MEZIŘADÍ VINIC

Monitoring the impact of cultivation interventions to change physical properties of the soil between rows of vines

Sekaninová M., Pavlačka R., Zemánek P.

Mendlova univerzita v Brně

Abstrakt

Problematika utužení půdního horizontu a příznivého či nepříznivého ovlivnění fyzikálních vlastností půdy má ve vinohradnictví zásadní význam. Příspěvek pojednává o fyzikálních vlastnostech půdy a ty jsou sledovány na dvou stanovištích s podobným typem půdy v meziřadí vinic v obci Velké Bílovice a Horní Věstonice. Sledovaným parametrem je hydraulická vodivost $K(h)$ a půdní vlhkost. Cílem je vyhodnotit naměřené hodnoty ze tří variant kultivace v meziřadí vinic. Zahájení pokusu červen 2015.

Klíčová slova: hydraulická vodivost, fyzikální vlastnosti půdy, infiltrometrie, kultivace půdy, vinice

Abstract

The issue of consolidation of the soil horizon and a favorable or unfavorable influence the physical properties of soil in viticulture is essential. The paper describes the physical properties of the soil and they are monitored at two sites with similar soil between rows of vines in the village of Velké Bílovice and Horní Věstonice. Endpoint is the hydraulic conductivity $K(h)$ and soil moisture. The aim is to evaluate the measured values of the three variants of cultivation between rows of vines. Start of the trial in June 2015.

Keywords: hydraulic conductivity, soil physical properties, infiltrometer, soil cultivation, vineyards

Úvod

Fyzikální vlastnosti půdy jsou rozhodujícím faktorem pro volbu způsobu obdělávání půdy, tak aby bylo dosaženo optimálního stavu půdního prostředí. Změny vlastností půd jsou důsledky pozitivního či negativního působení lidí na půdu. Mezi pozitivní změny půdy patří např. její provzdušnění, zlepšení struktury, úprava pH, optimalizace živin a obsahu humusu atd (Zemánek, Žufánek, 1997). U trvalých výsadeb, mezi které patří i vinice, se negativně projevuje zejména technologické zhutnění vyvolané pohybem strojních souprav (Peregrina *et al.*, 2010). Půdní zhutnění je jedním z faktorů ovlivňující absorpční schopnost půdy a v kombinaci s intenzitou a délkou srážek dochází k negativním erozním jevům. (Lhotský, Váchal, Ehrlich, 1984; Šařec, Hudík, Prošek, 1998, Svoboda, Zemánek, 2005; Jandák, Pokorný, 2011). Zvýšená infiltrační schopnost půdy představuje jeden z významných faktorů při ochraně půdy před vodní erozí. (ZHANG, 1997) Kultivační zásahy upravují strukturu půdy, ta je definována optimálními vztahy mezi základními fyzikálními faktory a má rozhodující vliv na příjem vody, vzduchu a živin kořenovým systémem rostlin. (Fic, 1983; Uhl, 1995; Hůla, 1988 aj). Lhotský (1985), Walg (2007). Zcela zásadním způsobem ovlivňuje náchylnost ke zhutnění půd množství organické hmoty. Půdy dostatečně zásobené humusem jsou odolnější vůči utužení i po opakovaných přejezdech mechanizačních prostředků (Hluchý, 2013).

Cílem příspěvku je porovnat hydraulickou vodivost $K(h)$ u sledovaných variant s různým půdním druhem a způsobem kultivace.

Materiál a metody

Experiment probíhá na dvou stanovištích v meziřadí vinic (spon 2,2-3,0 m) na sledovaném úseku 20 m ve třech variantách v katastru obce Velké Bílovice a Horní Věstonice. Sledované období červen-říjen roku 2015.

Varianta 1: bez kultivace (tráva)

Varianta 2: kultivace hloubková (hloubka 15- 30 cm)

Varianta 3: kultivace mělká (hloubka 0-15 cm)

Materiál: Snímač objemové půdní vlhkosti Virrib, měření teploty půdy pomocí teplotního čidla DS18B20, záznam dat pomocí Virriblogger, GSM modem pro přenos dat a solární napájení.

Metody: Stanovení půdního druhu, měření hydraulické vodivosti $K(h)$ a vlhkosti půdy. Hydraulická vodivost je měřena pomocí Infiltrometru (Mini-disk). Četnost a doba měření je uvedena v tabulce 1. Měření vlhkosti půdy je sledováno permanentně v 15s intervalech.

Tabulka 4: Četnost infitrometrických měření

Stanoviště	Varianta	Počet ve variantě	3x za sledované období
Velké Bílovice	Tráva (bez kultivace)	3x	červen-srpen-říjen
	Hloubková kultivace	3x	červen-srpen-říjen
	Mělká kultivace	3x	červen-srpen-říjen
Horní Věstonice	Tráva (bez kultivace)	3x	červen-srpen-říjen

Vyhodnocení a výpočet hydraulické vodivosti $K(h)$: stanovení průměru ze tří měření na každé variantě; výpočet kumulativní infiltrace [mm] a druhé odmocniny času t [$\sqrt{s}$]; sestavení bodového grafu závislosti kumulativní infiltrace na druhé odmocnině času a proložení grafu regresní křivkou (polynom 2. stupně); stanovení kvadratické rovnice regrese, která prochází počátkem soustavy souřadnic a má obecný tvar: $y = a \cdot x^2 + b \cdot x$ (1)

Nenasycená hydraulická vodivost $K(h) = \frac{C_1}{A}$, kde parametr C_1 je roven koeficientu a rovnice (1) a parametr A stanoven dle Van Genuchtena pro Minidisk Infiltrimeter (Decagon Devices, Inc., 2005).

Výsledkem je porovnání jednotlivých hydraulických vodivostí $K(h)$ v různých obdobích a variantách. Hodnota nenasyčené hydraulické vodivosti $K(h)$ se pro každou variantu a období zobrazí na aktuální vlhkosti půdy. Nenasycená hydraulická vodivost je ve variantě 1 (tráva – kontrola) porovnávána na obou stanovištích.

Výsledky a diskuze

Tabulka 5: Stanovení půdního druhu, tenze a parametru A

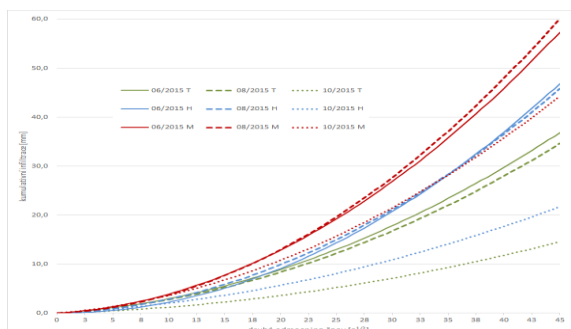
	Velké Bílovice	Horní Věstonice
Půdní druh (ve spolupráci s VÚPT)	Pisčitohlinita (Sandy Loam): 10-30% obsah částic < 0,01m	Hlinitá (Loam): 30-45% obsah částic < 0,01m
Tenze (Decagon Devices, Inc., 2005)	-2	-2
Parametr A (Decagon Devices, Inc., 2005)	4,0	6,4

Infiltrimetrie a objemová vlhkost půdy:

Z uvedených grafů a tabulky pro stanoviště Velké Bílovice lze konstatovat, že největší schopnost absorpce a retence vody vykazuje varianta s mělkou kultivací, následuje varianta s kultivací hloubkovou a nejmenší má varianta bez kultivace (tráva).

Na výzkumném stanovišti v Horních Věstonicích (meziřadí vinice je dlouhodobě zatravněno) je dosud prováděno sledování pouze na variantě 1 bez kultivace. Omezení je způsobeno dlouhotrvajícím extrémním klimatem, které prakticky znemožnilo pozemek připravit pro variantu 2 a 3. Z tohoto důvodu je srovnání mezi oběma pokusnými plochami pouze u této varianty (viz graf 3).

Graf 1: Regresní křivky vypočítané ze závislosti kumulativní infiltrace na druhé odmocnině času - stanoviště Velké Bílovice (varianta 1-3).

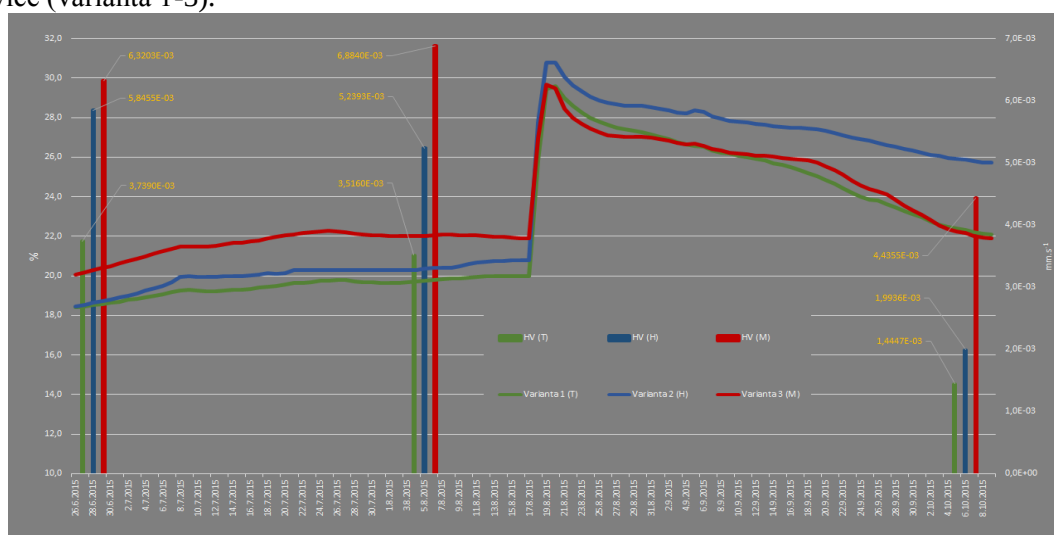


Tabulka 6: Hodnoty nenasyčené hydraulické vodivosti $K(h)$, rovnice regresních křivek; míra spolehlivosti a parametr C_1 - stanoviště Velké Bílovice (varianta 1-3).

	bez kultivace (tráva)	hluboká kultivace	mělká kultivace
26.6.2015			
regresní křivka - polynom 2. stupně	$y = 0,014956x^2 + 0,145212x$	$y = 0,023382x^2 - 0,111100x$	$y = 0,025281x^2 + 0,136674x$
hodnota spolehlivosti r^2	0,997102	0,999841	0,999354
parametr C_1 [mm.s ⁻¹]	$1,4956 \cdot 10^{-2}$	$2,3382 \cdot 10^{-2}$	$2,5281 \cdot 10^{-2}$
$K(h)$ [mm.s ⁻¹]	$3,7390 \cdot 10^{-3}$	$5,8455 \cdot 10^{-3}$	$6,3203 \cdot 10^{-3}$
8.8.2015			
regresní křivka - polynom 2. stupně	$y = 0,014064x^2 + 0,136599x$	$y = 0,020957x^2 + 0,075500x$	$y = 0,027536x^2 + 0,097092x$
hodnota spolehlivosti r^2	0,993362	0,999316	0,998265
parametr C_1 [mm.s ⁻¹]	$1,4064 \cdot 10^{-2}$	$2,0957 \cdot 10^{-2}$	$2,7536 \cdot 10^{-2}$
$K(h)$ [mm.s ⁻¹]	$3,5160 \cdot 10^{-3}$	$5,2393 \cdot 10^{-3}$	$6,8840 \cdot 10^{-3}$
8.10.2015			
regresní křivka - polynom 2. stupně	$y = 0,0057786x^2 + 0,0637670x$	$y = 0,0079745x^2 + 0,1237158x$	$y = 0,017742x^2 + 0,184727x$
hodnota spolehlivosti r^2	0,9837304	0,998392	0,999641
parametr C_1 [mm.s ⁻¹]	$0,57786 \cdot 10^{-2}$	$0,79745 \cdot 10^{-2}$	$1,7742 \cdot 10^{-2}$
$K(h)$ [mm.s ⁻¹]	$1,4447 \cdot 10^{-3}$	$1,9936 \cdot 10^{-3}$	$4,4355 \cdot 10^{-3}$

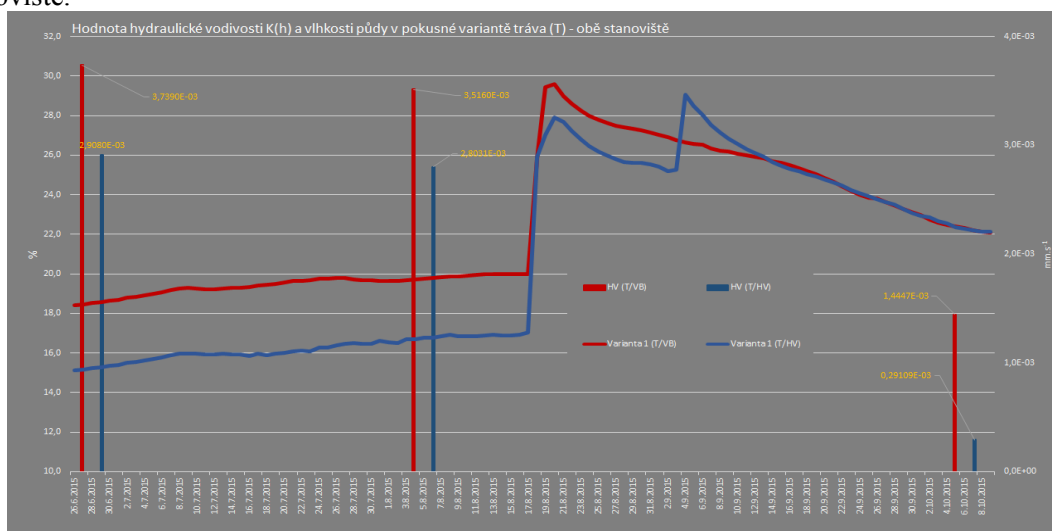
Legenda: T – varianta 1 bez kultivace (tráva); H – varianta 2 hluboká kultivace, M – varianta 3 mělká kultivace

Graf 2: Nenasyčená hydraulická vodivost $K(h)$ a objemová vlhkost půdy – stanoviště Velké Bílovice (varianta 1-3).



Legenda: HV – hydraulická vodivost; (T), (H), (M) - varianty kultivace; Varianta 1,2,3 – objemová vlhkost půdy

Graf 3: Hodnota hydraulické vodivosti $K(h)$ a vlhkosti půdy v pokusné variantě tráva (T) – obě stanoviště.



Legenda: HV – hydraulická vodivost; Varianta 1 – objemová vlhkost půdy; (T/VB) – bez kultivace (tráva), stanoviště Velké Bílovice; (T/HV) - bez kultivace (tráva), stanoviště Horní Věstonice

Měření v následujících obdobích bude rozšířeno o další fyzikální vlastnosti půdy, kde zejména její zhutnění v souvislosti s přejezdy mechanizačních prostředků významně ovlivňuje infiltrační schopnosti.

Závěr

Príspevek se zabývá sledováním hydraulické vodivosti $K(h)$ u vybraných variant se zvoleným způsobem kultivace půd. Sledování probíhala v období od června do října roku 2015. Sledovaný parametr $K(h)$ dosahoval hodnot od $1,4447 \cdot 10^{-3}$ do $3,7390 \cdot 10^{-3} \text{ mm.s}^{-1}$ pro variantu 1 - bez kultivace (tráva), od $1,9936 \cdot 10^{-3}$ do $5,8455 \cdot 10^{-3} \text{ mm.s}^{-1}$ pro variantu 2 – hloubková kultivace a od $4,4355 \cdot 10^{-3}$ do $6,3203 \cdot 10^{-3} \text{ mm.s}^{-1}$ pro variantu 3 – mělká kultivace. Sledovaná objemová vlhkost se pohybovala v rozmezí 18,3 - 33,6 % na stanovišti Velké Bílovice a 15,4 – 36,7 % na stanovišti Horní Věstonice. Z uvedených hodnot vyplívá nejmenší schopnost retence a absorpce vody u varianty 1 bez kultivace (tráva). Varianta 3 mělká kultivace má tuto schopnost největší. Výsledky lze využít v praxi pro volbu vhodného nápravného opatření na sledovaných stanovištích.

Dedikace

Tento příspěvek vznikl za podpory projektu IGA-ZF/2015-DP014.

Použitá literatura

- FIC, V.: Soustava mechanizace racionálního zpracování půdy ve středních spinech révy vinné; doktorská disertační práce, Brno: VŠZ, 1983
- FIC, V.: Soustava mechanizace racionálního zpracování půdy ve středních spinech révy vinné; Brno: VŠZ, 1984
- HŮLA, J.-ABRHAM, Z.-BAUER, F.: Zpracování půdy; Praha: Brázda s.r.o., 1997. ISBN 80-209-0265-1
- HŮLA, J.: Opatření k minimalizaci negativních vlivů zemědělské techniky na půdní prostředí; Praha: Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, 1988
- HŮLA, J.-ŠIMON, J.: Systémy zpracování půdy a způsoby snižování nadměrného tlaku na půdu; Praha: Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, 1989
- JANDÁK, J., POKORNÝ, E., PRAX, A.: Půdoznalství, Brno: Ediční středisko Mendlovy univerzity v Brně, 2010
- LHOTSKÝ, J.-VÁCHAL, J.-EHRICH, P.: Soustava opatření k zúrodnování zhutněných půd; Praha: Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, 1984
- ROY, A. -- ZEMÁNEK, P. Ověření vlivu kompostů ze zbytkové biomasy na úpravu fyzikálních a hydrofyzikálních vlastností deficitních půd. Disertační práce. MENDELU Brno, 2013. 95 s.
- UHL, W.: Ein Plug für alle Fälle; Das Deutsche Winmagazin, 1995, č. 4, s. 27 – 30
- ZHANG, R.: Determination of soil sorptivity and hydraulic conductivity from the disk infiltrometer. Soil Sci. Soc. Am. Journal, 1997, no.61, 1024-1030.
- ZEMÁNEK, P.-ŽUFÁNEK, J.: Systém hodnocení využití mechanizačních prostředků ve vinohradnictví, Sborník z mezinárodní konference „Trendy ve vývoji zemědělské techniky“, konané u příležitosti setkání kateder v Brně, 4.4. 1997
- Decagon Devices, Inc., Minidisk infiltrometer, User's manual, (2005)

Kontaktní adresa:

Ing. Markéta Sekaninová
Mendelova univerzita v Brně, Zahradnická fakulta
Valtická 337, 691 44 Lednice
e-mail: xsekan1@mendelu.cz

VLIV BOTANICKÝCH PESTICIDŮ NA KVANTITU A KVALITU PRODUKCE RÉVY VINNÉ (*Vitis vinifera* L.)

Effect of botanical pesticides on quantity and quality grapevine production

Střalková R., Mýlová P., Mištová T., Kříž V., Pavela R.

Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Výzkumná stanice vinařská Karlštejn

Abstrakt

V roce 2015 byl poprvé hodnocený vliv botanických pesticidů na vybrané parametry révy vinné *Vitis vinifera* L. Sledování probíhalo na Výzkumné stanici vinařské v Karlštejně, na odrůdě Modrý Portugal. Bylo vybráno 6 pokusných variant a to 1-kontrola, 2-Rock Effect, 3-směs hřebíčku a skořice, 4-Litsea Cubeba, 5-kombinace variant (2, 3, 4) a 6-nebotanický pesticid. Přípravky byly aplikovány od června do srpna (4 postřiky). Varianty 2, 3, 4 a 5 byly navíc aplikovány vždy po dešti (8 postřiků). Stupeň napadení plísní révou byl hodnocený v podmínkách přirozeného infekčního tlaku stupnicí OIV-452. Po sklizni hroznů byl stanoven výnos hroznů ($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$), v hroznovém moštu cukernatost ($^{\circ}\text{NM}$) a obsah titrovatelných kyselin ($\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$). Statisticky průkazné rozdíly byly zjištěny ve výnosu a obsahu titrovatelných kyselin. Byly zjištěny rozdíly v intenzitě zabarvení slupky bobule, která byla vyšší na variantě 2-Rock Effect, ve srovnání s ostatními sledovanými variantami, a dosahovala až modročerné barvy (OIV-225).

Klíčová slova: botanické pesticidy, réva vinná, Modrý Portugal, výnos hroznů, cukernatost moštu, obsah titrovatelných kyselin, barva slupky bobule

Abstract

In 2015 it was first evaluated the effect of botanical pesticides on selected parameters grapevine *Vitis vinifera* L. Monitoring conducted at the Research Station of Viticulture in Karlštejn, on the variety Blue Portugal. It was selected six experimental variants aa 1-control, 2-Rock Effect, 3-mixture of cloves and cinnamon, 4-Litsea cubeba, 5-random combination of 2, 3, 4 and 6 nobotanical pesticide. Pesticides were applied from June to August at about 14-day intervals (4 applications). Option 2, 3, 4 and 5 were also applied after every rain (8 applications). The degree of mold infestation by *Plasmopara viticola* was evaluated under conditions of natural infection pressure according to the OIV-452 scale. After harvesting the grape yield ($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$), the sugar content of grape juice ($^{\circ}\text{NM}$) and titratable acidity ($\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$) was determined. In yield and titratable acidity was statistically significant differences. In a variant 2-Rock Effect have been observed visual differences in the intensity of coloration of the skin which reached to blue-black color according to the OIV -225 scale in comparison with other investigated variants.

Key words: botanical pesticides, grapevine, Blue Portugal, grape yield, sugar content musts, acid content in the must, colour of berry skin

Úvod

Botanické (rostlinné) pesticidy jsou přípravky na ochranu rostlin, které obsahují rostlinné extrakty s biologicky aktivními látkami obranného charakteru jako jsou terpeny, polyfenoly, terpenoidy, alkaloidy, pyretroidy, mastné kyseliny a jejich soli (Pavela, 2006). Botanické pesticidy se rozdělují do 3 generací a to 1.generace - historicky staré, obvykle neselektivní insekticidy, 2.generace - environmentálně bezpečné, selektivní pesticidy a pomocné látky a 3.generace - pomocné látky zlepšující růst, vývoj a obranyschopnost rostlin, elicitory.

Botanické pesticidy jsou již úspěšně používány na některé druhy zeleniny, ale nebyly ještě nikdy využity pro révu vinnou. Proto cílem této práce bylo ověřit jejich účinnost na révu vinnou (*Vitis vinifera* L.) se zaměřením na houbové choroby, především na plíseň révou .

Pro ověření účinků byly vybrány botanické pesticidy 2.generace, které tvoří komplexní směs s normalizovaným obsahem biologicky aktivních látek pro ochranu rostlin před chorobami a

škůdci, jsou zdravotně nezávadné a environmentálně bezpečné. Pokusná lokalita se totiž nachází v chráněné krajinné oblasti a tím pádem využití botanických pesticidů je zde více než žádoucí.

Materiál a metody

V roce 2015 byl hodnocen vliv vybraných botanických pesticidů na stupeň napadení révy vinné (*Vitis vinifera* L.) plísní révovou (*Plasmopara viticola*). Sledování probíhalo na pokusné vinici ve Výzkumné stanici vinařské v Karlštejně na odrůdě Modrý Portugal. Vinice se nachází na kopci Plešivec, ve výšce 284 m n.m., v Chráněné krajinné oblasti Český kras. Pro hodnocení průběhu počasí v roce 2015 byly použity měsíční normály z let 1961-1990. Vzhledem k heterogenitě půdního prostředí terasy a s ohledem na různé mikroklimatické podmínky pozemku byly zvoleny 3 opakování umístěná v různých částech terasy.

Ke sledování bylo vybráno 6 pokusných variant a to 1-kontrola (bez postřiku), 2-Rock Effect (registrovaný pomocný prostředek na ochranu rostlin, účinná látka-olej z *Pongamia pinnata*), 3-extrakt ze směsi hřebíčku (sušený kalich hřebíčkovce kořeného, *Syzygium aromaticum*) a skořice (kůra skořicovníku), 4-extrakt z kůry stromu *Litsea cubeba*, 5-kombinace botanických pesticidů (2, 3, 4) a 6-nebotanický pesticid neboli přípravek komerčně běžně dostupný a standardně používaný. Přípravky byly aplikovány od června do srpna, asi v 14-denních intervalech, tedy v termínech standardně odpovídajících běžnému ošetření porostu (4 postřiky). Na variantách 2, 3, 4 a 5 byly botanické pesticidy navíc aplikovány vždy po dešti (8 postřiků).

Stupeň napadení plísní révovou (*Plasmopara viticola*) byl hodnocený podle stupnice OIV (1983). Stupeň napadení byl indikován jako rozsah plísní infikovaných skvrn na listech 15 keřů, asi 3 týdny od začátku kvetení, byl hodnocený v podmínkách přirozeného infekčního tlaku, bez umělé infekce, stupnicí OIV-452, hodnocením výskytu nekrotizace na listech. U každého opakování bylo hodnoceno 25 listů ze střední části listové stěny (část letorostu mezi 6.-8. nodem). Listy byly hodnocené na 15 vybraných keřích. Hodnocení byla prováděna v uvedených měsících červen-červenec-srpen a to každý týden.

Po sklizni hroznů, která proběhla dne 22.9.2015, byl stanoven výnos hroznů ($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$). V hroznovém moštu pak byla stanovena cukernatost ($^{\circ}\text{NM}$) a obsah titrovatelných kyselin ($\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$). Cukernatost byla stanovena refraktometricky pomocí přístroje Wine Refractometer HI 96813 značky HANNA Instruments, výsledky byly získány ve stupnici $^{\circ}\text{Brix}$ a přepočítány na stupně normalizovaného moštoměru $^{\circ}\text{NM}$. Obsah veškerých titrovatelných kyselin byl stanoven titrací vzorku moštu $0,1 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$ roztokem NaOH za použití kombinované elektrody pro měření pH do pH rovnající se hodnotě 7 při 20°C . Obsah veškerých titrovatelných kyselin byl vyjádřen v jednotkách gram na litr ($\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$) jako kyselina vinná.

Barva slupky bobule byla hodnocena podle stupnice OIV-225, v rozsahu stupňů 1-6 (1-zelenožlutá, 2-růžová, 3-červená, 4-šedá, 5-tmavočerveno-fialová, 6-modročerná).

Výsledky byly statisticky zpracovány metodou jednofaktorové analýzy variance (ANOVA-jeden faktor, Microsoft Excel 2010). Průkazné rozdíly byly vyhodnoceny na hladině významnosti 95%.

Výsledky a diskuze

Pro hodnocení stupně napadení rostliny a dalších vybraných parametrů v roce 2015 byl průběh počasí ve sledovaném období červen, červenec a srpen nestandardní a to zejména z důvodů vysokého výskytu tropických dní, a velikosti a distribuce dešťových srážek. Měsíc červen byl teplotně normální $16,9^{\circ}\text{C}$ a srážkově podnormální/suchý 53,8 mm, červenec byl teplotně mimořádně nadnormální $21,1^{\circ}\text{C}$ a srážkově normální 66,6 mm, měsíc srpen byl rovněž teplotně mimořádně nadnormální $22,6^{\circ}\text{C}$ a srážkově normální 67,4 mm. Z pohledu distribuce dešťových srážek bylo sledované období pro aplikaci botanických pesticidů velmi

problematické, protože přípravky musely být aplikovány po každém dešti. V červnu bylo zaznamenáno celkem 12 srážkových dní, v červenci 16 srážkových dní a v srpnu pouze 7. Ve sledovaném období červen až srpen se vyskytly 3 periody sucha, které byly navíc umocněny vysokým počtem tropických dní v počtu 32.

Stupeň napadení odrůdy Modrý Portugal na všech sledovaných variantách byl v roce 2015 na stupni 1 velmi nízký, udržel se po celé sledované období od června do srpna a to na všech variantách tedy i na kontrole. Napadení listů a hroznů plísní révou nebylo pozorováno a vliv fungicidního ošetření na sledovaných variantách se tak vůbec neprojevil.

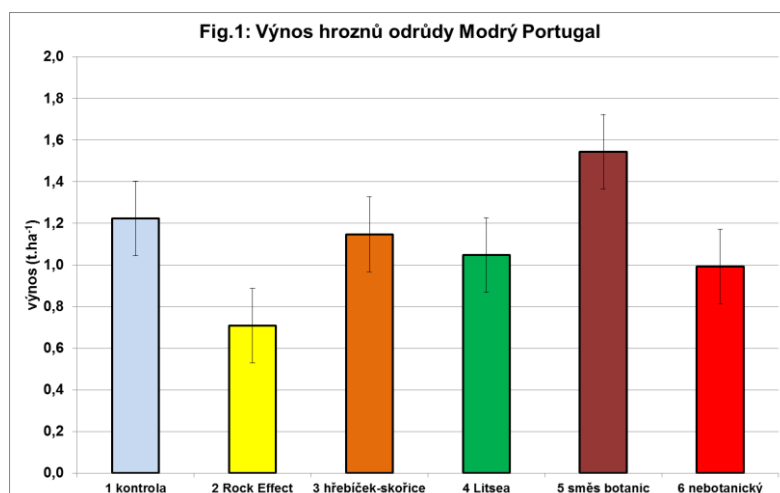
Výnos hroznů se pohyboval v rozmezí 0,7-1,5 t.ha⁻¹ (Fig.1). Nejvyšší hodnoty dosahoval na variantě 5-směs botanických pesticidů 1,5 t.ha⁻¹, nejnižší hodnoty na variantě 2-Rock Effect 0,7 t.ha⁻¹. Na základě výsledků statistické analýzy byly nalezeny průkazné rozdíly ve výnosu hroznů mezi variantou 2-Rock Effect a variantami 1-kontrola, 3-hřebíček-skořice, 4-Litsea a 5-směs botanických pesticidů, a mezi variantou 5-směs botanických pesticidů a 6-nebotanický fungicid. Cukernatost moštu se pohybovala v rozsahu 15,1-17,5 °NM. Nejvyšší hodnoty dosáhla na variantě 2-Rock Effect 17,5 °NM, nejnižší hodnoty dosáhla na variantě 5-směs botanických pesticidů 15,1 °NM. Rozdíly v cukernatosti moštu byly mezi jednotlivými variantami statisticky neprůkazné. Obsah titrovatelných kyselin v moštu se pohyboval v rozsahu 5,5-7,8 g.l⁻¹. Nejvyšší hodnoty dosáhl na variantě 1-kontrola 7,8 g.l⁻¹, nejnižší hodnoty dosáhl na variantě 6-nebotanický fungicid 5,5 g.l⁻¹. Na ostatních variantách byl v rozmezí hodnot 5,9-6,8 g.l⁻¹. Statisticky průkazné rozdíly v obsahu titrovatelných kyselin však byly nalezeny pouze mezi variantou 1-kontrola a 6-nebotanický fungicid.

Na variantě 2-Rock Effect byla barva slupky velmi silné intenzity modročerné barvy (stupeň 6) oproti ostatním variantám (5-tmavočerveno-fialová). Na variantě 2-Litsea byl pozorován větší podíl nezralých bobulí v hrozně ve fázi dozrávání, než na ostatních variantách. Tato zjištění jsou v mnoha směrech velmi důležitá a bude třeba je potvrdit i v dalších letech a na dalších odrůdách. V případě, že by byl vliv uvedených přípravků na zralost a barvu slupek bobulí prokázán, mohlo by se jich cíleně používat při řízení regulaci fenolické zralosti bobulí a podpořit tak vyšší využití přirozeného potenciálu odrůdy.

Závěr

V roce 2015 byl sledován vliv vybraných botanických pesticidů na stupeň napadení odrůdy Modrý Portugal plísní révou, a kvantitu a kvalitu produkce. Nejnižší stupeň napadení 1 byl stanoven na všech sledovaných variantách. Byl stanoven výnos hroznů, který se pohyboval v rozsahu 0,7-1,5 t.ha⁻¹, cukernatost moštu, která se pohybovala v rozsahu 15,1-17,5 °NM, a obsah titrovatelných kyselin, který se pohyboval v rozsahu 5,5-7,8 g.l⁻¹.

Získané výsledky byly statisticky průkazné ve výnosu a to mezi variantou 2-Rock Effect a variantami 1-kontrola, 3-hřebíček-skořice, 4-Litsea a 5-směs botanických pesticidů, a mezi variantou 5-směs botanických pesticidů a 6-nebotanický fungicid. Statisticky průkazné rozdíly v obsahu titrovatelných kyselin však byly nalezeny pouze mezi variantou 1-kontrola a 6-nebotanický fungicid. Na výsledcích stupně napadení plísní révou a cukernatosti moštu se statistická průkaznost nepotvrdila. Důležité změny byly pozorovány v barvě slupky bobule na variantě 2-Rock Effect a 4-Litsea. Závěrem lze konstatovat, že rok 2015 sice nebyl meteorologicky příznivý na prokázání vlivu botanických pesticidů na stupeň napadení rostliny plísní révou, ale zdůraznil potřebu zabývat se v širším měřítku jejich vlivem na kvalitu produkce.



Dedikace

MZe RO0414, institucionální projekt "Udržitelné systémy a technologie pěstování zemědělských plodin pro zlepšení a zkvalitnění produkce potravin, krmiv a surovin v podmínkách měnícího se klimatu",

Použitá literatura

Descriptor list for grape vine varieties and *Vitis* species. Office International de la Vigne et du vin. Paris, France, 1983, 2nd Edition, 2001

Pavela, R., 2006: Rostlinné pesticidy : Rostlinné oleje a mýdla (4. díl). Agromanuál. 2006, 8, s. 37.

Kontaktní adresa:

Ing. Radomíra Střalková, Ph.D.,
Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i.,
Drnovská 507/73, 161 06 Praha 6 – Ruzyně, Česká republika,
stralkova@vurv.cz

<i>Název publikace:</i>	Aktuální poznatky v pěstování, šlechtění, ochraně rostlin a zpracování produktů
<i>Druh publikace:</i>	Vědecká příloha časopisu Úroda 12/2015
<i>Autoři publikace:</i>	Kolektiv autorů dle obsahu
<i>Editor:</i>	Ing. Barbora Badalíková Ing. Jaroslava Novotná, Ph.D.
<i>Náklad:</i>	5. 500 výtisků
<i>Forma:</i>	CD
<i>Vydal:</i>	Výzkumný ústav pícninářský, spol. s r.o. Troubsko Zemědělský výzkum, spol. s r.o. Troubsko a Úroda 12/2015