



NÁRODNÉ POĽNOHOSPODÁRSKE
A POTRAVINÁRSKE CENTRUM
VÝSKUMNÝ ÚSTAV RASTLINNEJ
VÝROBY

PESTOVATEĽSKÉ TECHNOLOGIE A ICH VÝZNAM PRE PRAX

*Zborník príspevkov z 8. vedeckej konferencie s medzinárodnou
účasťou*

5. december 2017



NPPC – Výskumný ústav rastlinnej výroby Piešťany, 2017

**NÁRODNÉ POĽNOHOSPODÁRSKE A POTRAVINÁRSKE CENTRUM
– VÝSKUMNÝ ÚSTAV RASTLINNEJ VÝROBY PIEŠŤANY**

Pestovateľské technológie a ich význam pre prax

Zborník z 8. vedeckej konferencie s medzinárodnou účasťou

Piešťany, 5. decembra 2017

Organizačný výbor: Ing. Mgr. Mária Babulicová, PhD.

RNDr. Ľubica Malovcová

Ing. Roman Hašana, PhD.

Ing. Rastislav Bušo, PhD.

Autor: Kolektív

Názov: Pestovateľské technológie a ich význam pre prax

Zborník z 8. vedeckej konferencie s medzinárodnou účasťou, Piešťany, 5.12. 2017

Zostavovateľ: Ing. Mgr. Mária Babulicová, PhD. - RNDr. Ľubica Malovcová

Recenzenti: Ing. Radoslav Bujnovský, CSc., doc. Dr. Milan Macák, PhD.

© Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav rastlinnej výroby

ISBN 978-80-89417-75-9

INTEGROVANÉ PESTOVATELSKÉ SYSTÉMY POLEŇÝCH PLODÍN

Vliv dlouhodobé aplikace hnoje a NPK na výnosy a kvalitativní parametry pšenice ozimé na stanovišti Lukavec. (Kunzová, E. - Hlisenkovský, L.)	7
Různé technologie zpracování půdy a jejich vliv na výnos a ekonomiku pěstování ozimé pšenice v suché oblasti. (Smutný, V. – Vrtílek, P. – Dryšlová, T. – Neudert, L.)	12
Vplyv rôzneho podielu obilnín v osevných postupoch na produkčnú schopnosť a aktuálnu zaburinenosť pšenice letnej formy ozimnej. (Babulicová, M. – Vulchev, D.)	17
Vplyv podmienok pestovania na úrodu pšenice letnej formy ozimnej. (Candráková, E.)	26
Vplyv fungicídneho ošetrenia na výskyt listových chorôb pšenice letnej formy ozimnej v rokoch 2016-2017. (Malovcová, Ľ. – Sekerková, M.)	33
Regulácia burín v intenzívnych pestovateľských systémoch. (Macák, M. – Smatana, J – Habán, M.)	38
Zdravotný stav novošľachtených línii pšenice ozimnej v roku 2017. (Hrdlicová, M. – Muchová, D.)	44
Výživa pšenice ozimnej dusíkom na báze pôdných baktérií. (Hrčková, K.)	48
Zdravotný stav vybraných registrovaných odrôd jačmeňa jarného v rokoch 2016-2017. (Hrdlicová, M. – Gubiš, J.)	52
Produkčné parametre pohánky siatej (<i>Fagopyrum esculentum</i> Moench.) na ťažkých pôdach. (Kováč, L. – Jakubová, J. – Kotorová, D. – Hecl, J.)	56
Úroda a kvalita semena hrachu siateho v závislosti od skúmaných faktorov. (Candráková, E.)	59
Možnosti využitia biopreparátov v systéme pestovania repy cukrovej. (Rašovský, M. – Pačuta, V.)	65
Zvýšenie hodnôt produkčných parametrov slnečnice ročnej prostredníctvom biostimulácie (Ernst, D. – Černý, I.)	71
Analýza pestovania hybridov kukurice siatej na PD Smolenice v roku 2014 až 2017. (Pinček, O. – Týr, Š.)	75

VODNÝ REŽIM PŮDY A HODNOTENIE STRESOVÝCH FAKTOROV

Fenotypovanie kvantitatívnych znakov šalátu (<i>Lactuca sativa</i> var. <i>capitata</i> L.) pre podmienky sucha. (Olšovská, K. – Kovár, M. – Brücková, K. – Živčák, M. – Brestič, M. – Sytar, O.)	79
---	----

OCHRANA PŮDNEHO FONDU, FYZIKÁLNE, CHEMICKÉ A BIOLOGICKÉ VLASTNOSTI PŮDY

Semi-automatická konsolidácia erózne ohrozeného územia – príklad povodia Studeného potoka (Sobocká, J. – Bezák, P. – Skalský, R.)	85
Impakt pôdneho druhu a obrábania na vybrané parametre ťažkých pôd. (Kotorová, D. – Kováč, L. – Jakubová, J.)	92

Vplyvy biouhľia a biouhlíkového substrátu a ich kombinácie s dusíkom na zmeny pôdnej reakcie, parametrov sorpcie a obsah organického uhlíka v pôde. (Šimanský, V. – Juriga, M. – Šrank, D.)	99
Rôzne obrábanie pôdy a jej zhutnenie v pokusoch NPPC – VÚRV v Piešťanoch. (Bušo, R. – Hašana, R. – Bezáková, I.)	106
Vplyv systému obrábania pôdy na úrodu a vybrané fyzikálne vlastnosti. (Bezáková, I. – Bušo, R. – Hašana, R.)	111
KVALITA POĽNOHOSPODÁRSKÝCH PRODUKTOV	
Pekárske vlastnosti vybraných pšeničných múk. (Lauková, M. – Karovičová, J. – Kohajdová, Z. – Minarovičová, L. – Babulicová, M. – Gavurníková, S.)	115
Kvalita cestovín vybraných odrôd pšenice dvojzrnovej <i>Triticum dicoccon</i> Schrank) (Čurná, V. – Lacko-Bartošová, M.)	119
Obsah luteínu v mlynských frakciách vybraných druhov a odrôd pšeníc. (Lacko-Bartošová, M. – Leváková, L.)	123
Korelačná analýza kvalitatívnych parametrov pšenice dvojzrnovej. (Lacko-Bartošová, M. – Lacko-Bartošová, L.)	127
PLODINY NA ENERGETICKÉ VYUŽITIE	
Rast Paulownie klon <i>in vitro</i> 112 na Slovensku (Smatana, J.)	131
Vplyv poveternostných podmienok na pestovanie sidy obojpohlavnej. (Žofajová, A. – Bojnanská, K. – Gubišová, M. – Gubiš, J.)	136
SYSTÉMY DIFERENCOVANÉHO HOSPODÁRENIA NA TRÁVNÝCH PORASTOCH	
Zberová expedícia ekotypov krmných tráv a leguminóz na Slovensku. (Kizeková, M. – Martinčová, J. – Jančová, M. – Čunderlík, J. – Dugátová, Z. – Mihovsky, T. – Bozhanska, T.)	140
Trvalé trávne porasty z pohľadu IPCC 2006 Guidelines. (Pollák, Š. – Jančová, M. – Britaňák, N. – Szemešová, J. – Čunderlík, J.)	143
MINORITNÉ PLODINY	
Liečivé rastliny na Slovensku – ich pestovanie a význam pre prax. (Habán, M. – Habánová, M. – Macák, M.)	149
Ekonomika pestovania láskavca (<i>Amaranthus sp. L.</i>) na semeno. (Jakubová, J. – Kováč, L. – Kotorová, D. – Hecl, J.)	152

VLIV DLOUHODOBÉ APLIKACE HNOJE A NPK NA VÝNOSY A KVALITATIVNÍ PARAMETRY PŠENICE OZIMÉ NA STANOVIŠTI LUKAVEC

Effect of long-term application of farmyard manure and NPK on yields and qualitative parameters of winter wheat at Lukavec site

KUNZOVÁ EVA – HLISNIKOVSKÝ LUKÁŠ – MENŠÍK LADISLAV

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

The aim of this paper was to analyse the effect of the application of manure and mineral fertilizers on the yield of grain and straw of winter wheat and its qualitative parameters. Evaluation was done for three years (2014, 2015 and 2016) and three fertilizer treatments (non-fertilized Control, application of manure and manure application together with NPK) of the long-term nutritional experiment, established in 1955 at the experimental Lukavec station.

Grain and straw yields varied from 2.11 (Control) to 8.33 (FYM+NPK) t.ha⁻¹ and from 1.94 (Control) to 7.77 (FYM) t.ha⁻¹, respectively. The crude protein content was very low at all analysed treatments and varied from 8.59 (Control) to 11.20 (FYM+NPK) %. Gluten index varied from zero to 99.75 (FYM+NPK) and Zeleny's sedimentation test varied from 14.25 (FYM) to 30.25 (FYM+NPK) ml.

All analysed parameters were significantly affected by the fertilizer treatment and by the conditions of the year. Occurrence of extreme weather significantly and negatively affected grain and straw yields of samples fertilized with NPK in 2014, while supported yielding parameters of unfertilized Control and plots where farmyard manure was applied. During the standard weather conditions (2015 and 2016) we recorded a significant effect of NPK, while no differences between Control and FYM were recorded.

Key words: *Triticum aestivum L., grain yield, crude protein content, Gluten index, Zeleny's sedimentation test*

ÚVOD

Pšenice ozimá (*Triticum aestivum* L.) je v České republice nejvíce pěstovanou obilovinou, průměrná osevní plocha činila v letech 2005 až 2016 přibližně 824 tis. ha. Přestože je přibližně 60 % pšenice produkováno za účelem výživy zvířat, větší plocha je využívána za účelem produkce potravinářské pšenice, která je na trhu prodávána za vyšší cenu (Prugar et al. 2008). Hlavním kvalitativním parametrem pšeničného zrna potravinářské pšenice je obsah hrubých bílkovin, jenž je přibližně z jedné třetiny ovlivněn genotypem a ze dvou třetin externími faktory, jako jsou půdně-klimatické podmínky a technologie pěstování (Johnson et al. 1985, Shewry 2007).

Cílem předkládané práce je analyzovat vliv aplikace statkových a minerálních hnojiv na výnosy zrna a slámy pšenice ozimé a na její kvalitativní parametry.

MATERIÁL A METODY

Hodnoceny byly celkem tři roky (2014, 2015 a 2016) a tři varianty hnojení (nehnojená Kontrola, aplikace hnoje a aplikace hnoje společně s NPK). Dlouhodobý výživářský experiment byl založen v roce 1955 na pokusné stanici Lukavec. Skládá se ze čtyř honů, na kterých se v osevním postupu střídá celkem devět plodin (ječmen jarní, vojtěška, pšenice ozimá, kukuřice, ječmen jarní, řepka, tritikale a brambory) a testuje se celkem dvanáct variant hnojení, každá varianta hnojení je čtyřikrát opakována v kompletně náhodném blokovém uspořádání. Velikost jedné pokusné parcely je 64 m². Hnůj je aplikován vždy na podzim k okopaninám v dávce 40 t.ha⁻¹, pšenice ozimá je tak v osevním postupu až třetí plodinou, která může využít potenciální užitek tohoto statkového hnojiva. Minerální dusík je aplikován v celkové dávce 120 kg.ha⁻¹, fosfor v množství 26 kg.ha⁻¹ a draslík v dávce 50 kg.ha⁻¹. Podrobný popis celého experimentu včetně osevního sledu je uveden v Hlisnikovský et al. (2015).

Obsah hrubých bílkovin v pšeničném zrně byl analyzován pomocí Kjeldahlovy metody (ČSN EN ISO 20483). Gluten index byl stanoven pomocí standardizované metody AACC38-12 (1999) na přístroji Glutomatic 2200 (Perten). Zelenyho sedimentační test byl analyzován na základě normy ČSN ISO 5529.

Statistické zpracování dat bylo provedeno pomocí programu STATISTICA 13 (StatSoft, USA), a to pomocí jednofaktorové (ANOVA) a vícefaktorové (MANOVA) analýzy variant. V případě zjištění statisticky významných rozdílů mezi sledovanými faktory byla provedena post hoc analýza pomocí Tukeyho HSD testu.

VÝSLEDKY A DISKUZE

Aplikace minerálních hnojiv v půdně-klimatických podmínkách Lukavce statisticky významně ovlivnily výnosy zrna, slámy a všech sledovaných kvalitativních parametrů (obsah hrubých bílkovin, Gluten index a Zeleného sedimentační test, tab. 1).

Výnosy zrna se ve sledovaných letech pohybovaly od 2,11 (Kontrola) do 8,33 (Hnůj+NPK) t.ha⁻¹. Výnosy slámy byly v rozmezí od 1,94 (Kontrola) do 7,77 (Hnůj) t.ha⁻¹. Obsah hrubých bílkovin byl u všech analyzovaných variant hnojení velice nízký, pohyboval se od 8,59 (Kontrola) do 11,20 (Hnůj+NPK) procent. Hodnoty Gluten indexu se pohybovaly od nuly (v těchto případech se analyzovaný vzorek mouky rozplavil a hodnotu Gluten indexu tak nebylo možné stanovit) až po hodnotu 99,75 (Hnůj+NPK). Zeleného sedimentační test se pohyboval od 14,25 (Hnůj) do 30,25 (Hnůj+NPK) ml.

V roce 2014 jsme v případě výnosů zrna a slámy nezaznamenali mezi hodnocenými variantami hnojení statisticky významné rozdíly. Tento rok byl silně poznamenán výskytem extrémních podnebních podmínek. Byly to především přiválový déšť, kdy během jednoho dne napadlo 51.5 mm m⁻², pak krupobití (11.06.2014) a bouře s vichřicí, která významně poškodila porosty pšenice ozimé, hnojené vyššími dávkami dusíku. Dostatek srážek tak na jednu stranu podpořil tvorbu výnosů u nehnojených variant a variant hnojených hnojem, na druhou stranu však negativně ovlivnil porost pšenice hnojené vysokými dávkami minerálních hnojiv.

V letech 2015 a 2016 jsme u této varianty hnojení (Hnůj+NPK) zaznamenali statisticky významně vyšší výnosy zrna a slámy, obsahu hrubých bílkovin a hodnotu Zeleného sedimentačního testu. Aplikace minerálních hnojiv tak dokázala pšenici dodat potřebné živiny pro tvorbu dobrých výnosů s relativně dobrými kvalitativními parametry. I takto živěná pšenice však splňuje svými parametry pro obsah hrubých bílkovin maximálně požadavky třídy B, v roce 2016 ani to ne. Nehnojená varianta a varianta hnojená hnojem se k těmto hodnotám ani zdaleka nepřiblížily (tab. 2).

Takto nízké hodnoty kvalitativních parametrů, a to i u variant hnojených minerálními hnojivy, poukazují na neoptimální podmínky stanoviště Lukavec, které je díky své nadmořské výšce stanovištěm vhodnějším spíše pro jiné zemědělské plodiny. Výskyt extrémních podnebních podmínek, jako např. v Jihomoravském kraji v roce 2012 (Hlišnikovský et al., 2015, totiž může významně omezit zemědělskou produkci strategických plodin, jako je pšenice. Pro snížení rizika nedostatku významných plodin tak je nutné, s ohledem na rostoucí výskyt extrémních podnebních podmínek, rozšířit portfolio plodin v různých půdně-klimatických podmínkách a výrobních oblastech.

Neprůkazný vliv aplikovaného hnoje (graf 1) pak spočívá v tom, že pšenice byla zaseta dva roky po jeho aplikaci k okopaninám. Množství poskytnutých živin hnojem v průběhu času silně klesá a je významně ovlivněn podnebními podmínkami. Zatímco v prvním roce poskytne hnůj přibližně 35 % v sobě obsaženého dusíku, v druhém a třetím roce to už je pouze 9 až 10 % a 3 až 5 % (Pratt et al. 1973, Klausner et al. 1994). Statková hnojiva na druhou stranu dodávají do půdy organickou hmotu, čímž pozitivně ovlivňují půdní vlastnosti, jako je např. hodnota pH, a nepřímým tak ovlivňují přístupnost živin, nebo dostupnost rizikových prvků.

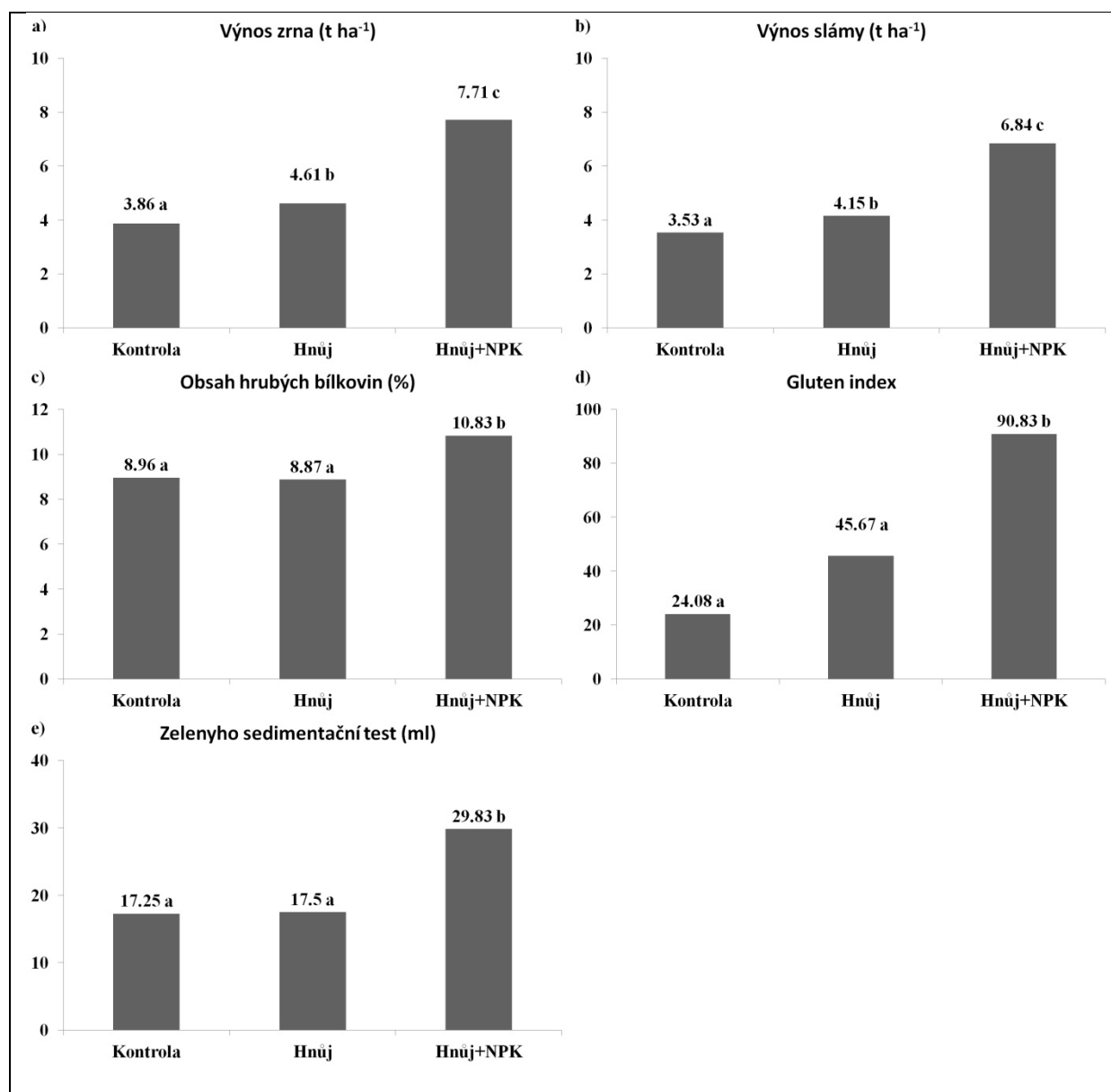
Tabulka 1. Vliv ročníku a formy hnojení na výnosy zrna a slámy a na kvalitativní parametry pšenice ozimé

Rok	Typ hnojení	Výnos zrna (t.ha ⁻¹)	Výnos slámy (t.ha ⁻¹)	Obsah hrubých bílkovin (%)	Gluten index	Zeleného sedimentační test (ml)
2014	Kontrola	6,99±0,32 ^b	6,69±0,33 ^{bc}	8,90±0,07 ^a	0	14,50±0,50 ^a
2014	Hnůj	8,04±0,27 ^{bc}	7,77±0,28 ^{bc}	8,81±0,17 ^a	0	14,25±0,25 ^a
2014	Hnůj+NPK	7,34±0,39 ^{bc}	7,05±0,39 ^c	11,12±0,13 ^{cd}	74,00±5,58 ^b	25,00±0,41 ^b
2015	Kontrola	2,11±0,12 ^a	1,94±0,19 ^a	9,38±0,23 ^{ab}	72,25±24,14 ^b	19,00±0,82 ^a
2015	Hnůj	2,90±0,12 ^a	2,33±0,21 ^a	8,90±0,12 ^a	99,50±0,50 ^b	19,25±0,48 ^a
2015	Hnůj+NPK	8,33±0,24 ^c	7,30±0,26 ^{bc}	11,20±0,39 ^d	98,75±0,95 ^b	34,25±2,50 ^c
2016	Kontrola	2,48±0,11 ^a	1,95±0,19 ^a	8,59±0,21 ^a	0	18,25±0,85 ^a
2016	Hnůj	2,90±0,18 ^a	2,36±0,15 ^a	8,95±0,10 ^a	37,50±23,94 ^a	19,00±0,58 ^a
2016	Hnůj+NPK	7,45±0,49 ^{bc}	6,18±0,41 ^b	10,18±0,21 ^{bc}	99,75±0,25 ^b	30,25±1,55 ^{bc}

Průměrné hodnoty společně se standardní chybou. Průměry označené stejným písmenem od sebe nejsou statisticky významně rozdílné.

Tabulka 2. Zařazení pšeničné mouky dle České státní normy

Parametr	Třída E	Třída A	Třída B
Obsah hrubých bílkovin (%)	12,6	11,8	11
Gluten index	80-90	66-80	41-65
Zeleného sedimentační test (ml)	49	35	21



Graf 1. Vliv varianty hnojení (Kontrola, Hnůj a Hnůj+NPK) na a) výnos zrna (t.ha⁻¹), b) výnos slámy (t.ha⁻¹), c) obsah hrubých bílkovin (%), d) Gluten index a e) Zeleného sedimentační test (ml). Průměrné hodnoty za celé hodnocené období (2014-2016). Hodnoty označené stejným písmenem nejsou statisticky významně rozdílné na hladině významnosti $\alpha = 0.05$.

ZÁVĚR

V průběhu roku 2014 se standardními podnebními podmínkami se významně projevil pozitivní účinek minerálních hnojiv na výnosové parametry a kvalitu produkce.

Zatímco výnosy zrna a slámy jsou u hnojených variant na daném stanovišti relativně vysoké, kvalitativní parametry jsou podmínkami stanoviště významně negativně ovlivněny, a ani vysoké dávky minerálních živin nejsou schopny poskytnout kvalitní hospodářskou produkci.

Poděkování

Výzkum byl financován v rámci projektu RO017.

LITERATURA

JOHNSON, V. A., MATTERN, P. J., PETERSON, C. J., KUHR, S. L. 1985: Improvement of wheat protein by traditional breeding and genetic techniques. In: *Cereal Chemistry*, č. 62, s. 350 - 355.

HLISNIKOVSÝ, L., KUNZOVÁ, E., HEJCMAN, M., DVOŘÁČEK, V. 2015: Effect of fertilizer application, soil type, and year on yield and technological parameters of winter wheat (*Triticum aestivum*) in the Czech Republic. In: *Archives of Agronomy and Soil Science*, č. 61, s 33-53.

KLAUSNER S.D., KANNEGANTI, V. R, BOULDIN, D. R. 1994: An approach for estimating a decay series for organic nitrogen in animal manures. In: EGHBALL, B., WIENHOLD, B. J., GILLEY, J. E., EIGENBERG, R. A. 2002: Mineralization of Manure Nutrients. Biological Systems Engineering: Papers and Publications. Paper 139.

PRATT, P. F., BROADBENT, F. E., MARTIN, J. P. 1973: Using organic wastes as nitrogen fertilizers. In: EGHBALL, B., WIENHOLD, B. J., GILLEY, J. E., EIGENBERG, R. A. 2002: Mineralization of Manure Nutrients. Biological Systems Engineering: Papers and Publications. Paper 139.

PRUGAR, J., BARANYK, P., BÁRTA, J., BJELKOVÁ, M., BRADOVÁ, J., BUREŠOVÁ, I., CAPOUCHOVÁ, I., CUHRA, P., ČEPIČKA, J., ČEPL, J., et al. 2008. Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí (The quality of crop products on the threshold of 3. millenium), Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, a.s., Praha.

SHEWRY, P. R. 2007: Improving the protein content and composition of cereal grain. In: *Journal of Cereal Science*, č. 46, s. 239-250.

Kontaktní adresa

Ing. Eva Kunzová, CSc., Výzkumný ústav rostlinné výroby v Praze, v.v.i., Drnovská 507/73, Praha 6 – Ruzyně, 161 06, tel: +420 233 022 216, e-mail: kunzova@vurv.cz

RŮZNÉ TECHNOLOGIE ZPRACOVÁNÍ PŮDY A JEJICH VLIV NA VÝNOS A EKONOMIKU PĚSTOVÁNÍ OZIMÉ PŠENICE V SUCHÉ OBLASTI

Different technologies of soil tillage and their influence on yield and economy of winter wheat cultivation in dry areas

VLADIMÍR SMUTNÝ¹ – PETR VRTÍLEK¹ – TAMARA DRYŠLOVÁ¹
– LUBOMÍR NEUDERT¹

¹Ústav agrosystémů a bioklimatologie, Agronomická fakulta, Mendelova univerzita v Brně

The aim of the field trial was to evaluate the effects of various soil tillage systems on grain yield of winter wheat after pre-crop of silage maize and economy of winter wheat cultivation in dry areas in South Moravia. A field trial was conducted in 2014–2017 in a Field trial station in Žabčice, located in the maize production area. In the field trial three different soil tillage variants were used: ploughing (at a depth of 0.24 m), shallow loosening (to a depth of 0.15 m) and direct sowing. Based on the four-year results of field trial the grain yield of winter wheat after pre-crop of silage maize in the dry conditions of South Moravia has been influenced not only by various soil tillage systems, but also by the effect of year, which is generally known. It has been shown that the reduced intensity of soil cultivation, in our case the minimum technology (shallow loosening, direct sowing), results in a higher grain yield of winter wheat as well as its better economic aspect than in conventional technology (ploughing).

Key words: winter wheat, soil tillage, yield, economy

ÚVOD

Pšenice ozimá je nejvýznamnější plodinou a nejrozšířenější obilninou v české republice (Zimolka 2000). V posledních 16 letech se pohybují její osevní plochy na úrovni nad 700 tisíc hektarů s průměrným výnosem 5,35 t/ha. Snahou pěstitelů z řad zemědělské praxe je dosažení co nejvyšší rentability jejího pěstování. Velká pozornost je systematicky věnována výběru odrůd, problematice výživy a hnojení a také ochraně rostlin. Kromě toho nelze opomenout ani dlouhodoběji působící agrotechnické faktory, mezi něž patří vliv předplodiny a zpracování půdy. Zpracování půdy patří k základním opatřením, které se významnou měrou podílí na dosahování stálých a vysokých výnosů (Smutný 2015). Při použití vhodného způsobu zpracování půdy společně s vhodnou předplodinou může v konečném výsledku zásadně ovlivnit výnos, jak dříve publikovali Amato et al. (2013) a Houšť et al. (2012). Cílem práce bylo zjistit vliv různých technologií zpracování půdy na výnos ozimé pšenice po předplodině kukuřici na siláž a následné ekonomické zhodnocení pěstování ozimé pšenice v suchých podmínkách jižní Moravy.

MATERIÁL A METODY

Vliv různých technologií zpracování půdy na výnos a ekonomiku pěstování ozimé pšenice byl hodnocen na základě dosažených výsledků, z let 2014–2017, získaných v polním pokusu na Polní pokusné stanici v Žabčicích (49°01'20"N, 16°37'55"E), a to v rámci dlouhodobého polního pokusu, který je zaměřen na hospodaření na půdách s živočišnou výrobou. Polní pokusná stanice v Žabčicích je výzkumným zařízením Mendelovy univerzity v Brně. Nachází se na jižní Moravě, přibližně 25 km od města Brna, v kukuřičné výrobní oblasti, v nadmořské výšce 179 m. Půdním druhem na této lokalitě je zrnitostně těžká půda s půdním typem fluvizem glejová. Průměrná roční teplota vzduchu zde dosahuje 9,2 °C a třicetiletý průměr ročních úhrnů srážek zde činí 480 mm. Z tohoto hlediska tuto lokalitu řadíme mezi nejteplejší a zároveň nejsušší lokality v České republice.

V polním pokusu byl hodnocen nejen vliv ročníku, ale především různých technologií zpracování půdy (tradiční, minimalizační) po předplodině kukuřici na siláž na následný výnos ozimé pšenice a ekonomické zhodnocení pěstování ozimé pšenice po těchto technologiích zpracování půdy. Z hlediska zpracování půdy byly použity tři odlišné varianty zpracování půdy: orba (na hloubku 0,24 m), mělké kypření (do hloubky 0,15 m) a přímé setí (do nezpracované půdy). Ve všech třech letech byla použita stejná pěstební technologie, kdy výsevek byl 4 MKS/ha a celková dávka dusíku činila

160 kg/ha. Dále byly také aplikovány P a K minerální hnojiva (90 kg P₂O₅/ha a 120 kg K₂O/ha), 1x herbicid, 1x insekticid, 2x fungicid (na listové a klasové choroby), 2x regulátor růstu. Setí bylo provedeno do hloubky 3 cm, v agrotechnickém termínu setí, a to do 15. října). Sklizeň byla provedena přibližně do 20. července, maloparcelní sklizeň mlátičkou SAMPO Rosenlew SR 2010. Dosažené výnosy byly následně ze sklizňových ploch o velikosti 22,5 m² (ve čtyřech opakováních na každé variantě) přepočteny na hektar při vlhkosti zrna 15 %.

Pro ekonomické zhodnocení pěstování ozimé pšenice byl použit příspěvek na úhradu (PÚ), který byl vypočten jako rozdíl mezi dosaženými tržbami a vynaloženými variabilními náklady, a následně tak vyjadřuje souhrn prostředků, které je možné použít na úhradu fixních nákladů a eventuální přebytek představuje zisk. Variabilní náklady sestávaly z nákladů na osiva, minerální hnojiva, pesticidy a mechanizační polní práce. Ceny vstupů (osiv, hnojiv a pesticidů) byly stanoveny dle ceníků distributorů v regionu jižní Moravy a ceny mechanizačních prací byly převzaty z „Normativů pro zemědělskou a potravinářskou výrobu“ (www.agronormativy.cz). Cena produktu (1 t zrna) byla stanovena na základě údajů o průměrných výkupních cenách z údajů Českého statistického úřadu (ČSÚ) k měsíci září v letech 2014–2017 (tabulka 1). Navíc byl k výpočtu tržeb zohledněn nejen samotný dosažený výnos u jednotlivých variant pokusu s ozimou pšenici, ale také parametr obsahu bílkovin v znu. U pšenice s vyšším obsahem bílkovin byla cena navýšena, jak je uvedeno v tabulce 2.

Statistické vyhodnocení dosažených výsledků výnosu zrna ozimé pšenice bylo provedeno ve statistickém programu Statistica 12.0 (StatSoft software Inc.) pomocí analýzy rozptylu (ANOVA) s následným testováním rozdílů středních hodnot metodou konfidencí intervalů.

Tabulka 1. Průměrná výkupní cena (Kč/t) v měsíci září, v jednotlivých letech 2014–2017, u ozimé pšenice

Rok	Cena (Kč/t)
2014	4 335
2015	4 258
2016	3 548
2017	3 829
průměr	3 993

Tabulka 2. Výkupní cena (Kč/t) pro jednotlivé kategorie kvality dle obsahu bílkovin (%) u ozimé pšenice

Obsah bílkovin (%)	Cena (Kč/t)
méně než 11,5	3 993
11,5–11,9	4 193
12,0–12,4	4 393
12,5–12,9	4 593
nad 13	4 793

VÝSLEDKY A DISKUSE

Tabulka 3 zobrazuje statistické vyhodnocení výsledků výnosu zrna ozimé pšenice analýzou rozptylu (ANOVA). Z této analýzy vyplývá, že faktor *zpracování půdy* neměl vliv na výnos zrna pšenice. Naopak u faktoru *rok* a interakce obou faktorů (*rok*zpracování půdy*) byl zjištěn statisticky průkazný rozdíl.

Tabulka 3. Analýza rozptylu (ANOVA) – výnos zrna ozimé pšenice

Zdroj variability	Stupně volnosti	Průměrný čtverec
		výnos
rok	3	34,818**
zpracování půdy	2	0,784
rok*zpracování půdy	6	0,930*
chyba	36	0,220

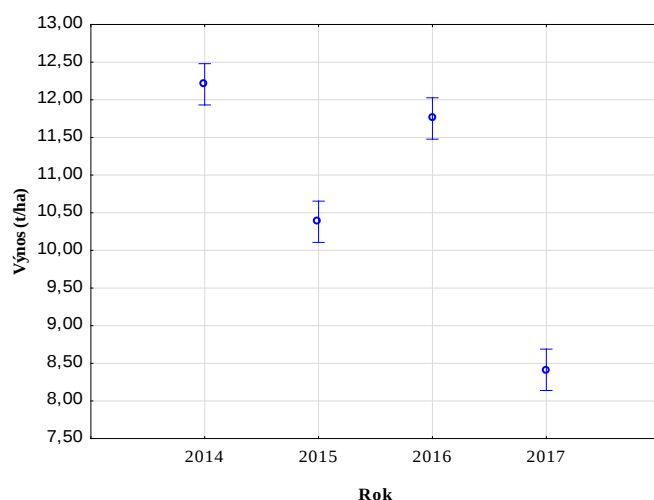
* statisticky významný rozdíl ($P = 0,05$)

** statisticky vysoce významný rozdíl ($P = 0,01$)

Vliv na výnos zrna ozimé pšenice

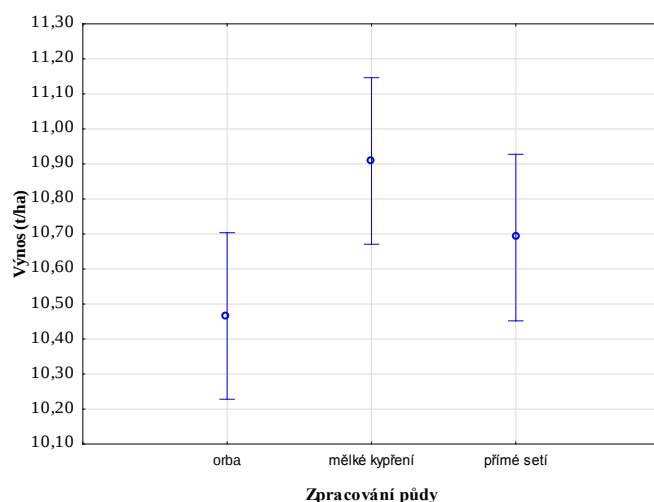
Z obrázku 1 je patrné, že byl zjištěn statisticky průkazný rozdíl u ročníku, kdy průkazný rozdíl byl mezi rokem 2014 a 2015, 2017, a také mezi rokem 2016 a 2015, 2017. Avšak mezi roky 2014 a 2016

nikoliv. Najnižší výnos byl v roce 2017, a to 8,41 t/ha. Nejvyšší výnos byl dosažen v roce 2014 (12,21 t/ha), kdy oproti roku 2017 byl výnos zrna vyšší o 3,80 t/ha, v roce 2015 o 1,83 t/ha a vůči roku 2016 činil rozdíl 0,46 t/ha.



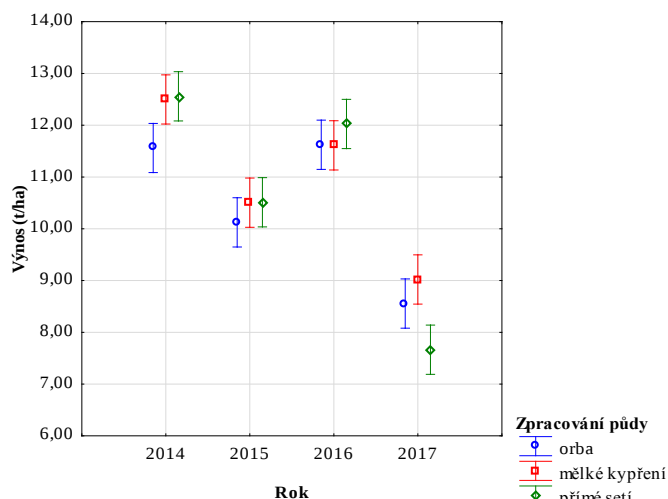
Obrázek 1. Vliv ročníku na výnos zrna

Vliv zpracování půdy se statisticky neprojevil na výnosu zrna ozimé pšenice (obrázek 2). Nejvyšší výnos byl dosažen po mělkém kypření (10,91 t/ha), kdy rozdíl oproti přímému setí činil 0,22 t/ha. Naopak nejnižšího výnosu bylo dosaženo po orbě (10,47 t/ha). Mezi orbou a mělkým kypřením byl výnos zrna o 0,44 t/ha nižší.



Obrázek 2. Vliv zpracování půdy na výnos zrna

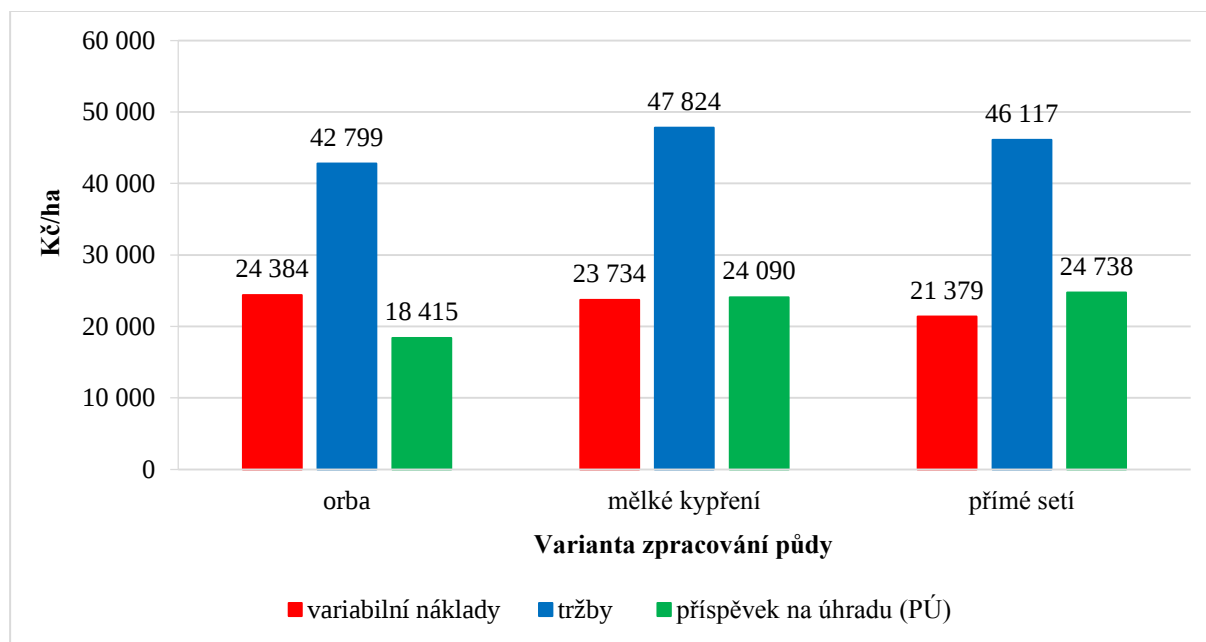
Kromě vlivu předchozích faktorů (ročníku, zpracování půdy) se statisticky průkazně projevila také jejich vzájemná interakce (obrázek 3). V ročníku 2015 a 2016 nebyly zjištěny rozdíly mezi jednotlivými způsoby zpracování půdy. Naopak v roce 2014 byl nejnižší výnos dosažen po orbě a naopak v roce 2017 po přímém setí. Nejvyššího výnosu bylo dosaženo v roce 2014, a to po přímém setí (12,56 t/ha), kdy rozdíl oproti mělkému kypření byl bezvýznamný (0,06 t/ha), zatímco po orbě 1,00 t/ha. Rozdíl mezi mělkým kypřením a orbou v tomto roce byl o 0,94 t/ha vyšší. Naopak nejnižší výnos byl zjištěn v roce 2017, po přímém setí (7,66 t/ha). Rozdíl oproti orbě činil 0,90 t/ha a po mělkém kypření o 1,36 t/ha méně.



Obrázek 3. Vliv interakce ročníku a zpracování půdy na výnos zrna

Ekonomické zhodnocení pěstování ozimé pšenice

Na základě výsledků ekonomického zhodnocení pěstování ozimé pšenice po různých variantách zpracování půdy (obrázek 4) vyplývá, že nejvyšší příspěvek na úhradu (PÚ) byl dosažen po přímém setí, a to 24 738 Kč/ha, kdy rozdíl oproti mělkému kypření činil 648 Kč/ha. Naopak nejnižší PÚ byl zjištěn po orbě (18 415 Kč/ha). Rozdíl PÚ mezi orbou a mělkým kypření byl nižší o 5 675 Kč/ha, a mezi orbou a přímým setím pak o 6 323 Kč/ha méně. Z hlediska ekonomiky pěstování ozimé pšenice tedy vyplývá, že při nižší intenzitě zpracování půdy je dosaženo nižších variabilních nákladů a zároveň vyšších tržeb.



Obrázek 4. Ekonomické zhodnocení pěstování ozimé pšenice po různých variantách zpracování půdy v letech 2014–2017 na lokalitě Žabčice

Z výsledků polního pokusu z let 2014–2017 se ukázalo, že výnos zrna ozimé pšenice byl ovlivněn ročníkem. K obdobným výsledkům dospěli také Jug et al. (2011) a Kunzová (2007). Z hlediska použité technologie zpracování půdy bylo zjištěno, že po tradiční technologii, tedy orbě, je dosaženo nižšího výnosu zrna ozimé pšenice oproti minimalizační technologii (mělkém kypření, přímém setí). Také Pernicová et al. (2014) zjistila, že vyšší výnosy jsou po mělkém kypření a přímém setí než po orbě. Zároveň u vlivu zpracování půdy se nezjistila statistická průkaznost. Na podobné výsledky poukazují Mikanová et al. (2012), zatímco Neugschwandtner et al. (2015) ze svých výsledků tvrdí, že

odlišná technológia zpracování půdy má vliv na výnos zrna ozimé pšenice. Nicméně dle Wozniak (2013) odlišná technologie zpracování půdy ovlivňuje výši výnosu spíše v menší míře, zatímco vliv ročníku je větší. Z našich dosažených výsledků vyplynulo, že minimalizační technologie (mělké kypření, přímé setí) je ekonomicky výhodnější než orba při pěstování ozimé pšenice v suchých podmínkách jižní Moravy. Ze svých výsledků to také potvrzuje Vrtílek et al. (2017).

ZÁVĚR

Čtyřleté výsledky prokázaly vliv zpracování půdy na výnos zrna ozimé pšenice. Projevila se také interakce zpracování půdy s ročníkem. Z ekonomického hlediska příznivějších výsledků dosáhly minimalizační technologie a technologie přímého setí. Získané výsledky mohou být zdrojem informací pro zemědělskou praxi při rozhodování o volbě vhodného zpracování půdy. Výsledky však nelze zobecnit, poněvadž zde působí i faktor lokality (jiné půdně-klimatické podmínky) a také předplodiny.

Poděkování:

Příspěvek vznikl jako součást řešení projektu IGA AF MENDELU IP 36/2017, s názvem „Vyhodnocení vlivu agrotechnických faktorů na výnos a kvalitu zrna, vybrané půdní vlastnosti a ekonomiku pěstování ozimé pšenice v různých systémech hospodaření“ a projektu NAZV QJ1610547, s názvem „Agrotechnika poľných plodín v suchých oblastech“.

LITERATURA

- AMATO, G., RUISI, P., FRENDIA, A. S., DI MICELI, G., SAIA, S., PLAIA, A., GIAMBALVO, D. 2013: Long-term tillage and crop sequence effects on wheat grain yield and quality. *Agronomy Journal*, 105(5): 1317–1327.
- HOUSŤ, M., PROCHÁZKOVÁ, B., HLEDÍK, P. 2012: Effect of different tillage intensity on yields and yield-forming factors in winter wheat. *Acta Universitatis agriculturae et silviculturae Mendeliana Brunensis*, 60(5): 89–96.
- JUG, I., JUG, D., SABO, M., STIPEŠEVIC, B., STOŠIC, M. 2011: Winter wheat and yield components as affected by soil tillage systems. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 35(1): 1–7.
- KUNZOVÁ, E. 2007: The influence of soil-climatic conditions and years on the yield winter wheat. In *Proceedings of International Scientific Conference Bioclimatology and Natural Hazards*. Poľana nad Detvou, Slovak Republic, 17–20 September. Zvolen: Slovak Bioclimatology Society at the Slovak Academy of Sciences, pp. 1–3.
- MIKANOVA, O., ŠIMON, T., JAVŮREK, M., VACH, M. 2012: Relationships between winter wheat yields and soil carbon under various tillage systems. *Plant, Soil and Environment*, 58(12): 540–544.
- NEUGSCHWANDTNER, R. W., KAUL, H. P., LIEBHARD, P., WAGENTRISTL, H. 2015: Winter wheat yields in a long-term tillage experiment under Pannonian climate conditions. *Plant, Soil and Environment*, 61(4): 145–150.
- PERNICOVÁ, A., PROCHÁZKOVÁ, B., HLEDÍK, P., FILIPSKÝ, T. 2014: Effects of different soil tillage intensity on yields of spring barley. In: *Acta Universitatis agriculturae et silviculturae Mendeliana Brunensis* 62(5): 1071–1078.
- SMUTNÝ, V. 2015: Význam technologií zpracování půdy a dalších agrotechnických opatření při pěstování obilnin: *Certifikovaná metodika*. Brno: Mendelova univerzita v Brně. ISBN 978-80-7509-369-1.
- VRTÍLEK, P., SMUTNÝ, V., DRYŠLOVÁ, T. 2017: Vliv technologie zpracování půdy na výnos zrna ozimé pšenice. *Úroda*. 2017. sv. 65, č. 11, s. 22–26. ISSN 0139-6013.
- WOZNIAK, A. 2013: The effect of tillage systems on yield and quality of durum wheat cultivars. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 37(2): 133–138.
- ZIMOLKA, J. 2000: Speciální produkce rostlinná - rostlinná výroba: poľní a zahradní plodiny, základy pícninářství. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně. ISBN 80-7157-451-1.

Adresa autora

doc. Ing. Vladimír Smutný, Ph.D., Ústav agrosystémů a bioklimatologie, Agronomická fakulta, Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika, E-mail: vladimir.smutny@mendelu.cz

VPLYV RÔZNEHO PODIELU OBILNÍN V OSEVNÝCH POSTPOCH NA PRODUKČNÚ SCHOPNOSŤ A AKTUÁLNU ZABURINENOSŤ PŠENICE LETNEJ FORMY OZIMNEJ

The influence of different proportion of cereals in crop rotations on the production capacity and weed infestation of winter wheat

MÁRIA BABULICOVÁ¹ – DARINA VALCHEVA² – DRAGOMIR VULCHEV² – BORYANA DYULGEROVA²

¹Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav rastlinnej výroby Piešťany;

²Institute of Agriculture - Karnobat, Republic of Bulgaria

The aim of the study was to find out the influence of crop rotations, fertilization and weather conditions in particular years on the grain yield, yield components and weed infestation rate of winter wheat. Long-term field experiment was situated in the area of continental climate. There were the crop rotations with 40%, 60% and 80% share of the cereals. Two treatments of fertilization were applied: H₁ mineral fertilization + organic manure Veget; H₂ mineral fertilization only. In years 2016 and 2017 the variety of winter wheat Bertold was grown. The grain yield of winter wheat was significantly higher ($P \leq 0.05$) in the treatment with mineral fertilisation with addition of organic manure Veget® (6.30 t.ha⁻¹) than in treatment with mineral fertilisation only (5.68 t/ha). The bulk density was influenced by the proportion of cereals in crop rotations in statistically significant degree. In 2016 the statistically higher ($P \leq 0.05$) grain yield was obtained (6.96 t/ha) than in 2017 (5.02 t/ha). The lowest weed infestation rate was found out in crop rotation with 40 % proportion of cereals (29 pcs.m⁻²). In crop rotation with 60 % proportion of cereals the weed infestation rate was higher by 31.0 % than in crop rotation with 40 % proportion of cereals. In crop rotation with 80 % proportion of cereals the weed infestation rate was higher by 58.6 % than in crop rotation with 40 % proportion of cereals.

Key words: winter wheat, crop rotation, proportion of cereals, fertilization, grain yield, weed infestation rate.

ÚVOD

Osevné postupy sa neustále prispôbujú ekonomickým ukazovateľom a politickým zámerom. Striedanie plodín je osobitne dôležité v špecializovaných poľnohospodárskych podnikoch, zameraných na pestovanie jednej alebo dvoch hlavných plodín, uplatňujúcich tzv. voľný osevný postup, ktorý sa pružne podriaďuje trhovým mechanizmom doby. Ellmer a Baumecker (2005) sledovali dôsledky osevných postupov s 50 %, 75 % a 100 % zastúpením obilnín na pôdne vlastnosti a úrodu plodín. Výsledky dlhodobého poľného experimentu ukázali nasledujúce zoradenie vplyvu agronomických faktorov na sledované parametre: organické hnojenie (+37 %) > osevný postup (+30 %) > minerálne hnojenie (+2026 %) > zavlažovanie (+2.....7 %). Príčiny zníženia úrod vo všeobecnosti spočívajú v poškodení hubovými chorobami, silnejšom zaburinení, v zhoršení pôdnej štruktúry a v negatívnych dôsledkoch pre vodný a vzdušný režim pôdy. Lu et al. (2016) odporúčajú integrovaný pestovateľský systém na dosiahnutie vysokých úrod zrna pšenice ozimnej. Dospeli k záveru, že vysoká základná dávka a regeneračné prihnojenia dusíkom skoro na jar znižuje počet produktívnych odnoží. Vyššie úrody zrna boli dosiahnuté pri optimálnej základnej dávke dusíka a prihnojení dusíkom vo fáze steblovania. Skorý dátum výsevu s výsevným množstvom 350 semien na 1 m² preukazne zvýšil počet klasov v porovnaní s neskorým výsevom a výsevným množstvom 540 semien na 1 m². Rasmussen et al. (2006) potvrdzuje významný účinok lokality, osevného postupu a využívania maštalného hnoja na výšku úrod, zaburinenosť, pôdnu úrodnosť a stratu živín. Osevný postup zahrňujúci strukoviny zvyšuje koncentráciu vodou extrahovateľného organického uhlíka, vodou extrahovateľného organického dusíka a schopnosť rozkladu vodou extrahovateľnej organickej hmoty, ale ochudobňuje pôdu o vodou extrahovateľný organický fosfor a vodou extrahovateľný reaktívny fosfor (Xu, N. et al. 2013). Remešová et al. (2006) hodnotila aktuálnu zaburinenosť pšenice ozimnej v osevnom postupe: hrach – pšenica ozimná – jačmeň jarný – olejina – pšenica ozimná – pšenica ozimná. Najvyššia

aktuálna zaburinenosť bola dosiahnutá keď pšenica ozimná nasledovala po pšenici ozimnej. Na reguláciu burín výrazne vplývajú genotypové rozdiely v konkurencieschopnosti plodín. DeVita et al. (2017) skúmali vplyv rozdielnej medziriadkovej vzdialenosti (5-cm, 15-cm a 25-cm) v pšenici. Znížená medziriadková vzdialenosť výrazne znižovala biomasu burín.

Dlhodobé pokusy sú hlavnými indikátormi udržateľného rozvoja a slúžia ako varujúci systém pri problémoch vedúcich k trvalému zníženiu produktivity plodín.

Cieľom našej práce bolo zistiť ako podiel obilnín v osevných postupoch (40 %, 60 % a 80 %), hnojenie a predplodina ovplyvňujú úrodu zrna a úrodotvorné prvky a aktuálnu zaburinenosť pšenice letnej formy ozimnej.

MATERIÁL A METÓDA

Výskum bol realizovaný v rokoch 2016 a 2017 na dlhodobom stacionárnom pokuse založenom v roku 1974 na Výskumnom pracovisku v Borovciach, ktoré patrí NPPC – VÚRV Piešťany.

Pôdnym typom je černozeľ hnedozemná vytvorená na spraši (pH 5,5-7,2, obsah humusu 1,8-2,0 %). Územie má kontinentálny charakter podnebia s dlhodobým priemerným ročným úhrnom zrážok 593 mm, z toho za vegetáciu 358 mm. Dlhodobý priemer ročnej teploty je 9,2 °C, za vegetáciu 15,5 °C. Nadmorská výška je 167 m n. m. Oblasť je zaradená do kukurično-jačmenného výrobného typu.

Príprava pôdy pred založením pokusu bola vykonaná bežnými agrotechnickými (konvenčnými) postupmi. Pokus bol založený blokovou metódou. V pokuse sa nachádzali osevné postupy so 40 %, 60 % a 80 % podielom obilnín. Pšenica letná forma ozimná bola v osevnom postupe s 80 % obilnín pestovaná po dvoch predplodinách: po hrachu siatom a po jačmeni ozimnom. Bola použitá odroda pšenice letnej formy ozimnej Bertold. Plodiny v jednotlivých osevných postupoch sú uvedené v tabuľke 1.

Tabuľka 1. Osevné postupy so zastúpením obilnín v štruktúre osevu: 40 %, 60 % a 80 %

Osevný postup		
40 % obilnín	60 % obilnín	80 % obilnín
1. hrach siaty	1. hrach siaty	1. pšenica letná f. ozimná
2. pšenica letná f. ozimná	2. pšenica letná f. ozimná	2. jačmeň siaty jarný
3. kukurica siata na siláž	3. jačmeň siaty ozimný	3. hrach siaty
4. jačmeň siaty jarný	4. kukurica na siláž	4. pšenica letná f. ozimná
5. kukurica siata na zrno	5. jačmeň siaty jarný	5. jačmeň siaty ozimný

Úroveň hnojenia H_1 : postup hnojenia P a K bilančnou metódou, hnojenie dusíkom na základe obsahu N_{an} v pôde (podľa Metodiky hnojenia a výživy rastlín autorov Bizik, J., Fecenko, J., Kotvas, F., Ložek, O., 1998 a metodiky: Optimalizácia výživy ozimnej pšenice autora: Ložek O., 1998) + organické hnojivo Veget v dávke $5t \cdot ha^{-1}$. Dávka dusíka bola rozdelená na tri dávky: základné hnojenie na jeseň, regeneračné a produkčné hnojenie na jar. Úroveň hnojenia H_2 : hnojenie jačmeňa siateho jarného minerálnymi hnojivami ako v pokuse 1, pričom pri tejto úrovni nebolo aplikované organické hnojivo Veget (Tab. 2 a 3).

V pokuse použité hnojivá: dusíkaté – síran amónny, fosforečné – superfosfát a draselné – draselná soľ. Pesticídy boli používané paušálne na celý pokus podľa výskytu burín, chorôb a škodcov pri jednotlivých plodinách.

Získané výsledky boli spracované štatistickou metódou – analýzou variancie. Analýzy boli vykonané použitím STATISTICA 6. 1 (StatSoft Inc., Tulsa, USA).

Tabuľka 2. Obsah živín v poľnom pokuse počas rokov na jeseň v rokoch 2015 a 2016

ZOvOP (1)	Predpl.	2015			2016		
		P	K	Nan (2)	P	K	Nan (2)
		mg.kg ⁻¹					
40 %H1	hrach	168	355	11,1	139	319	9,1
40 %H2		78	236	6,4	107	247	17,0
60 %H1	hrach	160	335	14,0	182	289	34,8
60 %H2		151	338	8,8	124	339	19,4
80 %H1	hrach	154	294	13,7	135	266	18,4
80 %H2		74	292	9,9	73	294	16,9
80 %H1	jačmeň	118	263	5,3	129	322	5,7
80 %H2	ozimný	66	227	6,1	88	282	10,0

(1) ZOvOP – zastúpenie obilnín v oševnom postupe, (2) Nan [NH₄⁺ + NO₃⁻]**Tabuľka 3.** Dávky živín N, P, K v rokoch 2015/016 a 2016/2017

ZOvOP (1)	Predpl.	2015/2016					2016/2017				
		jeseň			jar		jeseň			jar	
		P	K	N	N	N	P	K	N	N	N
		kg.ha ⁻¹									
40 %H1	hrach	0	0	15	30	20	0	0	30	45	30
40 %H2		25	100	30	45	30	0	120	0	15	30
60 %H1	hrach	0	0	0	15	30	0	70	0	15	30
60 %H2		0	0	30	45	30	0	0	0	15	30
80 %H1	hrach	0	90	0	15	30	0	70	0	15	30
80 %H2		25	100	15	30	20	30	120	0	15	30
80 %H1	OJ	0	90	30	45	30	20	0	30	45	45
80 %H2		35	100	30	45	30	35	120	15	30	20

(1) ZOvOP – zastúpenie obilnín v OP

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Rok 2017 bol nepriaznivý pre vývoj pšenice ozimnej z dôvodu zrážkového deficitu v mesiacoch máj, jún a júl. V porovnaní s dlhodobým priemerom bol v mesiaci máj zrážkový deficit - 23,6 mm a v mesiaci jún -56,1 mm a v mesiaci júl -47,4 mm. V máji bola priemerná mesačná teplota vyššia o +0,7 °C, v júni o +2,7 °C a v júli o +1,4 °C v porovnaní s dlhodobým priemerom, čo sa odrazilo na úrode obilnín v tomto roku (Tab. 4).

Tabuľka 4. Poveternostné podmienky v rokoch 2016 a 2017 na stanovišti Borovce

Mesiac	n (1951 – 1980)		2016		2017	
	$\bar{x}_{td}$ (°C)	$\sum z$ mm	$\bar{x}_{td}$ (°C)	$\sum z$ mm	$\bar{x}_{td}$ (°C)	$\sum z$ mm
I.	-1,8	32	-3,38	51,4	-8,55	19,8
II.	0,2	33	2,62	69,0	-0,50	16,0
III.	4,2	32	3,19	16,4	5,53	20,1
IV.	9,4	43	8,78	37,5	7,51	42,8
V.	14,1	54	13,91	84,0	14,81	30,4
VI.	17,7	80	18,94	23,0	20,37	23,9
VII.	18,9	76	19,94	145,2	20,34	28,6
VIII.	18,4	68	17,59	52,0	20,94	38,9
IX.	14,5	38	15,63	35,0	12,48	75,9
X.	9,6	42	6,63	58,3		
XI.	4,6	51	1,90	44,5		
XII.	0,3	46	-3,24	24,2		
$\bar{x}_{td}$ (°C)	9,2		8,54			
$\sum z$ mm		595		640,2		

n – dlhodobý normál (1951 – 1980); $\bar{x}_{td}$ (°C) – priemerná denná teplota vzduchu v mesiacoch I. – XII.; $\sum z$ (mm) – úhm zrážok v mesiacoch I. – XII.

V rokoch 2016 a 2017 dosiahli štatisticky preukazne vyššiu úrodu zrna pšenice letnej formy ozimnej (ďalej len pšenice ozimnej) na variante s minerálnym hnojením a zaorávaním organického hnojiva Veget ($6,28 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$) ako na variante len s minerálnym hnojením ($5,80 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$) - Tab. 5. Úroda zrna pšenice ozimnej po hrachu siatom bola štatisticky preukazne ovplyvnená hnojením, ročníkom, interakciou hnojenia so zastúpením obilnín a interakciou zastúpenia obilnín s ročníkom (Tab.6). Tieto výsledky sú v súlade s výsledkami Kismányoky a Tótha (2010). Autori tvrdia, že zvyšujúce dávky dusíkatých priemyselných hnojív a aplikácia organických hnojív ovplyvnili produkciu biomasy, odber dusíka pšenice ozimnou a zvýšili pôdnu úrodnosť. Podobne Zhang et al. (2009) uvádza možnosť udržania pôdnej úrodnosti a poľnohospodárskej produktivity na rozdielnych stanovištiach aplikáciou organických hnojív. V oševnom postupe so 40 % zastúpením obilnín sme nezistili štatisticky preukazné rozdiely v úrode zrna v závislosti od hnojenia. V oševnom postupe so 60 % a 80 % zastúpením obilnín bola úroda pšenice štatisticky preukazne vyššia pri aplikácii minerálneho hnojenia a organického hnojiva Veget v porovnaní s variantom s minerálnym hnojením. V roku 2016 bola úroda zrna štatisticky preukazne vyššia ($6,96 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$) ako v roku 2017 ($5,02 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$). V oševnom postupe s 80 % podielom obilnín bola úroda pšenice ozimnej štatisticky preukazne ovplyvnená hnojením a ročníkom (Tab.7). Pri aplikácii minerálneho hnojenia a organického hnojiva Veget sme zaznamenali štatisticky preukazne vyššiu úrodu zrna ($6,17 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$) ako pri aplikácii len minerálneho hnojenia ($5,35 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$). Soon a Arshad (2004) uvádzajú pozitívny účinok hrachu ako predplodiny pšenice ozimnej. Zistili, že pšenica ozimná nasledujúca v oševnom postupe po hrachu siatom potrebuje o 20 kg dusíka na hektár menej ako pšenica zaradená po iných predplodinách.

Objemová hmotnosť zrna pšenice ozimnej po hrachu siatom bola štatisticky preukazne ovplyvnená hnojením, zastúpením obilnín, ročníkom a interakciami hnojenia s ročníkom a zastúpenia s ročníkom (Tab. 6). Na variante s minerálnym hnojením bola objemová hmotnosť štatisticky preukazne vyššia ($830 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$) ako na variante s minerálnym hnojením a zaorávaním organického hnojiva Veget ($825 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$). Pri 60 % zastúpení obilnín bola zaznamenaná štatisticky preukazne vyššia objemová hmotnosť ($830 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$) ako pri 40 % zastúpení ($825 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$). V roku 2016 bola objemová hmotnosť štatisticky preukazne vyššia ($846 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$) ako v roku 2017 ($809 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$). V oševnom postupe s 80 % podielom obilnín bola objemová hmotnosť štatisticky preukazne ovplyvnená hnojením, ročníkom a interakciou hnojenia s predplodinou (Tab. 7). Na variante s minerálnym hnojením bola objemová hmotnosť štatisticky preukazne vyššia ($828 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$) ako na variante s minerálnym hnojením a zaorávaním organického hnojiva Veget ($825 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$).

Tabuľka 5. Úroda a úrodotvorné prvky pšenice letnej formy ozimnej v osevných postupoch v rokoch 2016 a 2017 (priemer)

ZOvOP	Hnojenie	Predplodina	Úroda (t.ha ⁻¹)	OH (g.l ⁻¹)	HTZ (g)	PVFZ (%)
40 % Priemer	H ₁	hrach siaty	6,24	822	42,2	67,0
	H ₂	hrach siaty	6,04	828	44,2	76,5
			6,14	825	43,2	71,7
60 % Priemer	H ₁	hrach siaty	6,41	827	43,6	70,2
	H ₂	hrach siaty	5,92	833	44,7	79,4
			6,17	833	44,2	74,8
80 % Priemer	H ₁	hrach siaty	6,19	826	43,4	71,1
	H ₂	hrach siaty	5,44	829	44,5	79,4
			5,82	827	43,9	75,3
80 % Priemer	H ₁	jačmeň ozimný	6,15	823	43,2	71,0
	H ₂	jačmeň ozimný	5,25	828	44,0	77,8
			5,70	825	43,6	74,4

Kde: H₁ – minerálne hnojenie + hnojivo Veget; H₂ – minerálne hnojenie; OH – objemová hmotnosť; PVFZ – podiel vyšších frakcií zrna;

Tabuľka 6. Vplyv hnojenia a zastúpenia obilnín na úrodu zrna a objemovú hmotnosť pšenice letnej formy ozimnej v osevných postupoch so 40 %, 60 % a 80 % podielom obilnín (analýza variancie)

Faktor	Úroda zrna [t.ha ⁻¹]					Objemová hmotnosť [g.l ⁻¹]				
	s.v.	PŠ	F	P	HD _{0,05}	s.v.	PŠ	F	P	HD _{0,05}
Hnoj.[A]	1	4,49	29,53	+	0,23	1	280,3	11,78	+	2,87
ZOvOP[B]	2	0,49	3,25		0,34	2	113,8	4,78	+	4,24
A x B	2	0,63	4,15	+	0,59	2	14,6	0,62		7,38
Roky [C]	1	44,93	295,50	+	0,23	1	15841,3	665,45	+	2,87
A x C	1	0,24	1,58		0,43	1	1950,8	81,95	+	5,39
B x C	2	0,82	5,41	+	0,59	2	82,1	3,45	+	7,38
Súčť	47	1,28				47				
RR	33	0,15				33				

Kde: Hnoj. – hnojenie; ZOvOP – zastúpenie obilnín v osevných postupoch; RR – reziduálny rozptyl; s.v. – stupne voľnosti; PŠ – priemerné štvorce; HD_{0,05} – hraničná diferencia pri $\alpha = 0,05$;

Tabuľka 7. Vplyv hnojenia a predplodiny na úrodu zrna a objemovú hmotnosť pšenice letnej formy ozimnej v oševnom postupe s 80 % podielom obilnín (analýza variancie)

Faktor	Úroda zrna ($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$) [$\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$]					Objemová hmotnosť [$\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$]				
	s.v.	PŠ	F	P	HD _{0.05}	s.v.	PŠ	F	P	HD _{0.05}
Hnoj.[A]	1	5,41	44,52	+	0,26	1	101,53	4,78	+	3,39
Predpl. [B]	1	0,11	0,91		0,26	1	26,28	1,24		3,39
A x B	1	3,92	0,32		0,47	1	7,03	0,33	+	6,42
Roky [C]	1	18,27	150,31	+	0,26	1	7170,03	337,86	+	3,39
A x C	1	0,29	2,41		0,49	1	621,28	29,28		6,42
B x C	1	0,10	0,85		0,49	1	11,28	0,53		6,42
Súčet	31	0,90				31				
RR	21	0,12				21				

Kde: Hnoj. – hnojenie; Predpl. – predplodina; RR – reziduálny rozptyl; s.v. – stupne voľnosti, PŠ – priemerné štvorce; HD_{0,05} – hraničná diferencia pri $\alpha = 0,05$;

Hmotnosť tisíc zŕn (HTZ) pšenice ozimnej bola v štatisticky významnej miere ovplyvnená hnojením, ročníkom, interakciou hnojenia so zastúpením obilnín a interakciou hnojenia s ročníkom (Tab. 8). Na variante s minerálnym hnojením (Tab. 5) bola HTZ štatisticky preukazne vyššia (44,5 g) ako na variante s minerálnym hnojením a zaorávaním organického hnojiva Veget (43,1 g). V roku 2016 bola HTZ štatisticky preukazne vyššia (50,7 g) ako v roku 2017 (36,8 $\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$). V oševnom postupe s 80 % podielom obilnín bola HTZ v štatisticky významnej miere ovplyvnená ročníkom a interakciou hnojenia s ročníkom (Tab. 9). Podiel vyšších frakcií zrna pšenice ozimnej (2,8 + 2,5 mm) bol v štatisticky preukaznej miere ovplyvnený hnojením, ročníkom a interakciami hnojenia s ročníkom a zastúpenia obilnín s ročníkom (Tab. 8). Na variante s minerálnym hnojením bol podiel vyšších frakcií zrna štatisticky preukazne vyšší (78,4 %) ako na variante s minerálnym hnojením a zaorávaním organického hnojiva Veget (69,4 %). V roku 2016 sme dosiahli štatisticky preukazne vyšší podiel frakcií zrna 2,8 + 2,5 mm (90,6 %) ako v roku 2017 (57,3 %). V oševnom postupe s 80 % podielom obilnín bol podiel zrna 2,8 + 2,5 mm v štatisticky významnej miere ovplyvnený hnojením, ročníkom a interakciou hnojenia s ročníkom (Tab. 9). Na variante s minerálnym hnojením bol podiel vyšších frakcií zrna štatisticky preukazne vyšší (78,6 %) ako na variante s minerálnym hnojením a zaorávaním organického hnojiva Veget (71,1 %).

Tabuľka 8. Vplyv hnojenia a zastúpenia obilnín v oševných postupoch na HTZ a podiel vyšších frakcií zrna pšenice letnej formy ozimnej v oševných postupoch so 40 %, 60 % a 80 % podielom obilnín (analýza variancie)

Faktor	HTZ [g]					Podiel vyšších frakcií zrna [%]				
	s.v.	PŠ	F	P	HD _{0.05}	s.v.	PŠ	F	P	HD _{0.05}
Hnoj.[A]	1	23,66	14,39	+	0,75	1	967,51	34,66	+	3,10
ZOVOP[B]	2	3,90	2,37		1,11	2	58,98	2,11		4,59
A x B	2	1,07	0,65	+	1,94	2	1,37	0,05		8,00
Roky [C]	1	2317,13	1409,62	+	0,75	1	13370,0	479,04	+	3,10

Faktor	HTZ [g]					Podiel vyšších frakcií zrna [%]				
	s.v.	PŠ	F	P	HD _{0,05}	s.v.	PŠ	F	P	HD _{0,05}
A x C	1	78,80	47,94	+	1,42	1	1515,38	54,29	+	5,84
B x C	2	5,60	3,41		1,94	2	108,01	3,87	+	8,00
Súčet	47	53,26				47	369,71			
RR	33	1,64				33	27,91			

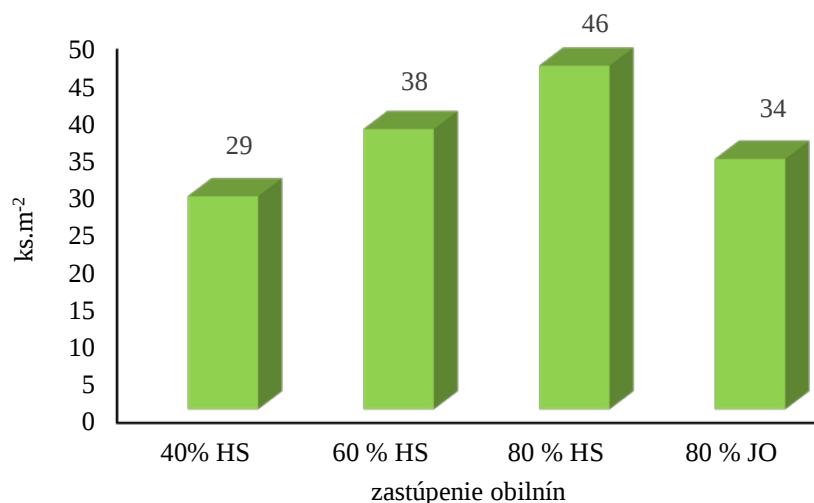
Kde: Hnoj. – hnojenie; ZOvOP – zastúpenie obilnín v osevných postupoch; RR – reziduálny rozptyl; s.v. – stupne voľnosti, PŠ – priemerné štvorce; HD_{0,05} – hraničná diferencia pri $\alpha = 0,05$;

Tabuľka 9. Vplyv hnojenia a predplodiny na HTZ a podiel vyšších frakcií zrna pšenice letnej formy ozimnej v osevnom postupe s 80 % podielom obilnín (analýza variancie)

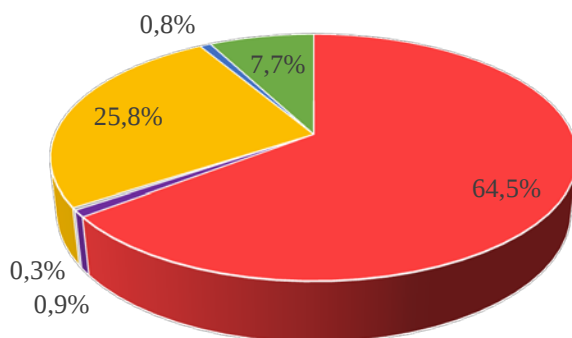
Faktor	HTZ [g]					Podiel vyšších frakcií zrna [%]				
	s.v.	PŠ	F	P	HD _{0,05}	s.v.	PŠ	F	P	HD _{0,05}
Hnoj.[A]	1	6,94	3,43		1,05	1	459,80	20,83	+	3,46
Predpl. [B]	1	0,88	0,43		1,05	1	5,70	0,26		3,46
A x B	1	0,14	0,07		1,98	1	4,43	0,20		6,55
Roky [C]	1	1182,20	585,29	+	1,05	1	614,63	278,50	+	3,46
A x C	1	53,82	26,25	+	1,98	1	904,19	40,97	+	6,55
B x C	1	1,16	0,58		1,98	1	0,20	0,01		6,55
Súčet	31	41,80				31				
RR	21	2,02				21				

Kde: Hnoj. – hnojenie; Predpl. – predplodina; RR – reziduálny rozptyl; s.v. – stupne voľnosti, PŠ – priemerné štvorce; HD_{0,05} – hraničná diferencia pri $\alpha = 0,05$;

Najnižšia priemerná aktuálna zaburinenosť na jar v rokoch 2016 a 2017 (Obr. 1) bola dosiahnutá v osevnom postupe so 40 % podielom obilnín (29 ks.m⁻²). V osevnom postupe so 60 % zastúpením obilnín sa zvýšila o 31,0 % a v osevnom postupe s 80 % podielom obilnín po hrachu siatom o 58,6 %. Aktuálna zaburinenosť pšenice ozimnej v osevnom postupe s 80 % zastúpením obilnín po jačmeni ozimnom bola o 17,2 % vyššia ako v osevnom postupe so 40 % zastúpením obilnín. Tieto výsledky sú v zhode s výsledkami Douceta et al. (1999), ktorí pokladajú osevný postup za spôsob na udržanie nízkej zaburinenosti a udržanie druhovej rozmanitosti. Správne zostavený osevný postup by mal prispieť k prirodzenému samočisteniu pôdy a k zníženiu zásob semien burín v pôde. V poraste pšenice ozimnej na jar prevládali buriny z biologickej skupiny jednoročné efemérne (64,5 %). Táto biologická skupina bola zastúpená jedným burinovým druhom – veronikou brečtanolistou. Zo skupiny jednoročných ozimných bolo 25, 8 %, boli zastúpené druhmi hviezdnicou prostrednou, hluchavkou objímavou, fialkou roľnou, kapsičkou pastierskou, peniažtekom roľným, ostrôžkou roľnou a parmančekom nevoňavým. Skupina jednoročných jarných skorých predstavovala 0,9 % a bola zastúpená len jedným druhom – pohánkovcom ovíjavým. Buriny zo skupiny jednoročných jarných neskorých tvorili 0,3 % a boli zastúpené jedným burinovým druhom – úhorníkom liečivým. Trváce hlbšie zakoreňujúce tvorili 7,7 % a boli zastúpené jedným druhom – pichliačom roľným. Biologická skupina dvojročných a trvácich bola zastúpená jedným burinovým druhom – púpavou lekárskou a tvorila 0,8 % (Obr. 2).



Obr.1: Aktuálna zaburinenosť pšenice letnej f. ozimnej na jar v rokoch 2016 a 2017 (priemer)



- jednoročné efemérne ■ jednoročné jarné skoré ■ jednoročné jarné neskoré
- jednoročné ozimné ■ dvojročné a trváce ■ tváče hlbšie zakoreňujúce

Obr.2: Zastúpenie burinových druhov v biologických skupinách na jar

ZÁVERY

Klimatické podmienky v jednotlivých rokoch 2016 a 2017 preukazne ovplyvnili úrodu zrna a úrodotvorných prvkov pšenice ozimnej. Rozdiel v priemernej úrode zrna v roku 2016 a 2017 bol 1,94 t.ha⁻¹. Zistili sme, že pri 40 % zastúpení obilnín neboli štatisticky významné rozdiely medzi variantom s minerálnym hnojením a variantom s minerálnym hnojením a zaorávaním organického hnojiva, avšak pri zvyšujúcom podiele obilnín (60 % a 80 %) už rozdiely medzi variantami hnojenia boli štatisticky významné. Aktuálna zaburinenosť pšenice ozimnej sa v oševnom postupe so 60 % podielom zvýšila o 31,0 %, pri 80 % podiele obilnín až o 58,6 %. Z uvedeného vyplýva, že z dôvodu dosiahnutia čo najvyššej úrody pšenice ozimnej a s cieľom regulácie zaburinenosti nie je vhodné zvyšovať zastúpenie obilnín nad 40 %. Ak z vážnych dôvodov sme nútení zvýšiť podiel obilnín nad 40 %, potom je nevyhnuté aplikovať spolu s minerálnym hnojivom aj organické hnojivo. Dôležitosť vhodného podielu obilnín (40 %) a aplikácie minerálno-organického hnojenia sa zvlášť prejavila v roku 2017, kedy porast pšenice ozimnej trpel dlhodobým suchom.

Podakovanie: Táto práca bola podporovaná Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. SK-BG-2013-0013.

LITERATÚRA

- BIZÍK, J., FECENKO, J., KOTVAS, F., LOŽEK, O. 1998: Metodika hnojenie a výživy rastlín. 1. vydanie, Bratislava : AT Publishing, 113 s. ISBN 80-967812-1-9.
- DE VITA, P., COLECCHIA, S. A., PECORELLA, I., SAIA, S. 2017: Reduced inter-row distance improves yield and competition against weed in a semi-dwarf durum wheat variety. In *Europ. J Agronomy*, vol. 85, pp. 69 – 77.
- DOUCET, C., WEAVER, S., HAMILL, A., ZHANG, J. 1999: Separating the effects of crop rotation from weed management on weed density and diversity. In: *Weed Science Journal*, vol. 47, 1999, no. 6, pp. 729 – 735.
- ELLMER, F., BAUMECKER, M. 2005: Soil organic matter of a sandy soil influenced by agronomy and climate. In: The role of long-term field experiments in agricultural and ecological sciences & practical solutions for managing optimum C and N content in agricultural soils III. Praha : Research Institute of Plant Production, 2005. pp. 58–63. ISBN 80-213-1454-0.
- KISMÁNYOKY, T., TÓTH, Z. 2010: Effect of mineral and organic fertilization on soil fertility as well as on the biomass production and N utilization of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) in long-term cereal crop rotation experiment (IOSDV). In: *Archives of Agronomy and Soil Science*, vol. 56, No. 4, pp. 191-192.
- LOŽEK, O. 1998: Optimalizácia výživy ozimnej pšenice. 1. vydanie, Nitra : SPU, 57 s. ISBN 80-7137-555-1.
- LU, D., YUE, S., LU, F., CUI, Z., LIU, Z., ZOU, CH., CHEN, X. 2016: Integrated crop-N system management to established high wheat yield population. In: *Field Crop Research*, vol. 191, pp. 66-74.
- RASMUSSEN, I., ASKEGAARD, M., OSESEN, J.E. 2006: Long-term field experiments in organic farming. In: The Danish organic crop rotation experiment for cereal production 1997 – 2004 (ISO FAR Scientific Series), pp. 117 - 134.
- REMEŠOVÁ, I., HARTMAN, I., PROCHÁDZKOVÁ, B. 2002: Impact of different soil tillage and straw management on weed species spectrum. In Current trends in the research of soil environment. Troubsko : ISTRO, 2002, pp. 153–158.
- SOON, Y. K., ARSHAD, M. A. 2004: Contribution of di-nitrogen fixation by pea to the productivity and N budget of a wheat-based cropping system. In: *Journal of Agricultural Science*, vol. 142, pp. 629 – 637. doi:10.1017/S002185960500482X.
- ZHANG, H., XU, M., ZHANG, F. 2009: Application on grain yield under different cropping system and ecological conditions in China. In: *Journal of Agricultural Science*, vol. 147, pp. 31 – 42. doi:10.1017/S0021859608008265.
- XU, N., WILSON, HENRY, F., SAIERS JAMES, E., ENTZ, M. 2013: Effects of Crop rotation and Management System on Water-Extractable Organic Matter Concentration, Structure, and Bioavailability in a Chernozemic Agricultural Soil. In: *Journal of Environmental Quality*, vol. 42, No. 1, pp. 179-190.

Adresa autora: Ing. Mgr. Mária Babulicová, PhD., NPPC – VÚRV Piešťany, Bratislavská cesta č. 122;
921 68 Piešťany, E-mail: babulicova@vurv.sk

VPLYV PODMIENOK PESTOVANIA NA ÚRODU PŠENICE LETNEJ FORMY OZIMNEJ

The influence of growing conditions on yield of winter wheat

EVA CANDRÁKOVÁ

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, FAPZ, Katedra rastlinnej výroby

In the field trial site in Dolná Malanta during the years 2014/2015 - 2015/2016 we evaluated the effect of conventional (K) and minimum soil tillage (M) in interaction with fertilization of fertilizers and organic matter using post-harvest residues on yield and grain quality of winter wheat, biomass nutrient intake and balance of NPK nutrients. In the field trial on average two years of trial and variants experiment we achieved an average grain yield of 5.63 t ha⁻¹. Significantly higher grain yield was achieved in 2016 (5.79 t ha⁻¹) than in 2015 (5.46 t ha⁻¹). A different way of basic machining the grain yield significantly did not affect. The higher grain yield was obtained with minimum tillage (5.65 t.ha⁻¹) than on the classic tillage (5.60 t.ha⁻¹). The statistical significant difference was found between non-fertilized control treatment (4.42 t.ha⁻¹), and fertilized variant (H2 - 6.17 t.ha⁻¹, H3 - 6.30 t.ha⁻¹). Differences in yields between fertilized variants were not statistically significant. The closest variant of sustainable fertilization is rational application of industrial fertilizers with shallow incorporation of crop residues.

Key words: winter wheat, tillage, fertilization, grain yield

ÚVOD

Obilniny patria medzi plodiny, ktoré majú dobré schopnosti využívať agroklimatické činitele prostredia na tvorbu úrody. Najvýznamnejšie klimatické činitele sú teplo, vlhkosť, slnečný svit a priebeh zrážok (Ložek a Hanáčková, 2016).

Najrozšírenejšou a najplastickejšou obilninou v SR, ktorá sa pestuje takmer vo všetkých pôdno-klimatických podmienkach je pšenica letná forma ozimná (Fecenko a Ložek, 2000). Pri jej pestovaní sa v súčasnosti využíva produkčný potenciál našich pôd iba na 75,6 %. Značné rezervy sú v správnom umiestňovaní pšenice do takých podmienok, ktoré jej najviac vyhovujú (Vilček, 2009).

Na Slovensku sa v roku 2015 na celkovej produkcii obilnín podieľala pšenica 54,7 %. Z hľadiska dosiahnutých úrod a produkcie sa rok 2015 hodnotí vcelku pozitívne, aj keď úrody z 1 ha vo väčšine komodít medziročne poklesli. Dôvodom bolo teplé a suché počasie na Slovensku počas vegetačného obdobia. Celkovo priemerná úroda obilnín spolu z 1 ha medziročne poklesla o 15,9 % na 5,08 t.ha⁻¹. Úroda z 1 ha sa zvýšila iba pri pšenici o 0,9 % na 5,51 t.ha⁻¹. V roku 2016 sa úroda obilnín pozberala z výmery 753,8 tis. ha, čo predstavuje plochu o 4,6 tis. ha (o 0,6 %) väčšiu ako v roku 2015. Produkcia obilnín v roku 2016 dosiahla najvyššiu úroveň počas existencie Slovenskej republiky. Pšenica sa v roku 2016 pozberala z výmery 416,6 tis. ha, čo je o 38,7 tis. ha (o 10,2 %) väčšia rozloha ako v predchádzajúcom roku. Priemerná hektárová úroda predstavovala 5,84 ton, čo je o 0,33 ton na hektár viac ako v roku 2015. Slovenskí poľnohospodári pozberali v roku 2016 úrodu pšenice v množstve 2 434,2 tis. ton. (Masár, 2017).

Cieľom príspevku bolo posúdiť vplyv rôznych spôsobov obrábania pôdy v interakcii s hnojením a využitím organickej hmoty pozberových zvyškov predplodiny na úrodu zrna a slamy pšenice letnej formy ozimnej.

MATERIÁL A METÓDY

V rokoch 2014/15 – 2015/16 bol založený poľný polyfaktorový pokus na výskumno-experimentálnej báze Fakulty agrobiológie a potravinových zdrojov SPU v Nitre nachádzajúcej sa v lokalite Dolná Malanta v kukuričnej výrobnnej oblasti patriacej do veľmi teplej a suchej podoblasti s nadmorskou výškou 175 m n. m. Pôda je hlinitá hnedozem vytvorená na prolúviálnych zasprašovaných sedimentoch, subtyp je hnedozem kultizemná (HMa) (Tobiášová a Šimanský, 2009).

Agrochemické vlastnosti pôdy pred založením pokusu sú uvedené v tabuľke 1. Pôdne vzorky boli odobraté pred založením pokusu, po zbere predplodiny z vrstvy pôdy 0 – 0,3 m pre potreby určenia dávok priemyselných hnojív. Obsah prístupného fosforu podľa Mehlicha III bol vyhovujúci až dobrý, obsah draslíka dobrý až vysoký a obsah horčíka dobrý až veľmi vysoký. Pôdna reakcia je slabo kyslá až neutrálna.

Tabuľka 1 Agrochemické vlastnosti pôdy pred založením pokusu

Rok	Variant		Obsah prístupných živín (mg.kg ⁻¹)				pH _{KCl}	Humus (%)
			P	K	Ca	Mg		
2014/2015	K	H2	78	300	2 480	226	7,15	1,62
		H3	83	290	3 240	225	7,20	1,80
	M	H2	100	300	2 000	269	6,80	1,62
		H3	103	295	2 080	261	6,69	1,80
2015/2016	B ₁	H2	100	317	1 910	378	5,72	1,20
		H3	90	284	1 960	373	5,78	1,39
	B ₂	H2	103	284	2 080	358	6,20	1,29
		H3	90	267	2 080	364	6,14	1,35

Spôsoby obrábania pôdy:

K – konvenčné obrábanie (stredne hlboká orba do 0,25 m)

M – minimalizačné obrábanie (tanierovanie do 0,15 m)

Pri každom spôsobe obrábania pôdy boli tri varianty hnojenia náhodne usporiadané s cieľom eliminovať heterogenitu pôdy:

H1 – kontrola bez hnojenia

H2 – racionálne hnojenie priemyselnými hnojivami (plánovaná úroda zrna 6 t.ha⁻¹)

H3 – racionálne hnojenie priemyselnými hnojivami a zapracovanie pozberových zvyškov.

Predplodinou bola d'atelina lúčna.

Vysiata odroda Bertold je stredne skorá, stredného vzrastu.

Priemyselné hnojiva boli aplikované v dávkach, ktoré boli určené na základe analytický zisteného obsahu prístupných živín v pôde a plánovanej úrody. Dávky dusíkatých hnojív pre potreby produkčného a kvalitatívneho prihnojenia pšenice letnej formy ozimnej boli stanovené na základe rozboru rastlín a kritérií pre posúdenie stavu dusíkatej výživy porastu pšenice letnej formy ozimnej.

Dusík sa aplikoval vo forme liadku amónneho s vápencom, fosfor vo forme 18 % jednoduchého superfosfátu a draslík vo forme 60 % draselnej soli. Aplikované dávky priemyselných hnojív uvedené v kg. ha⁻¹ č. ž. sú v tabuľke 17.

Tabuľka 2. Aplikované dávky živín

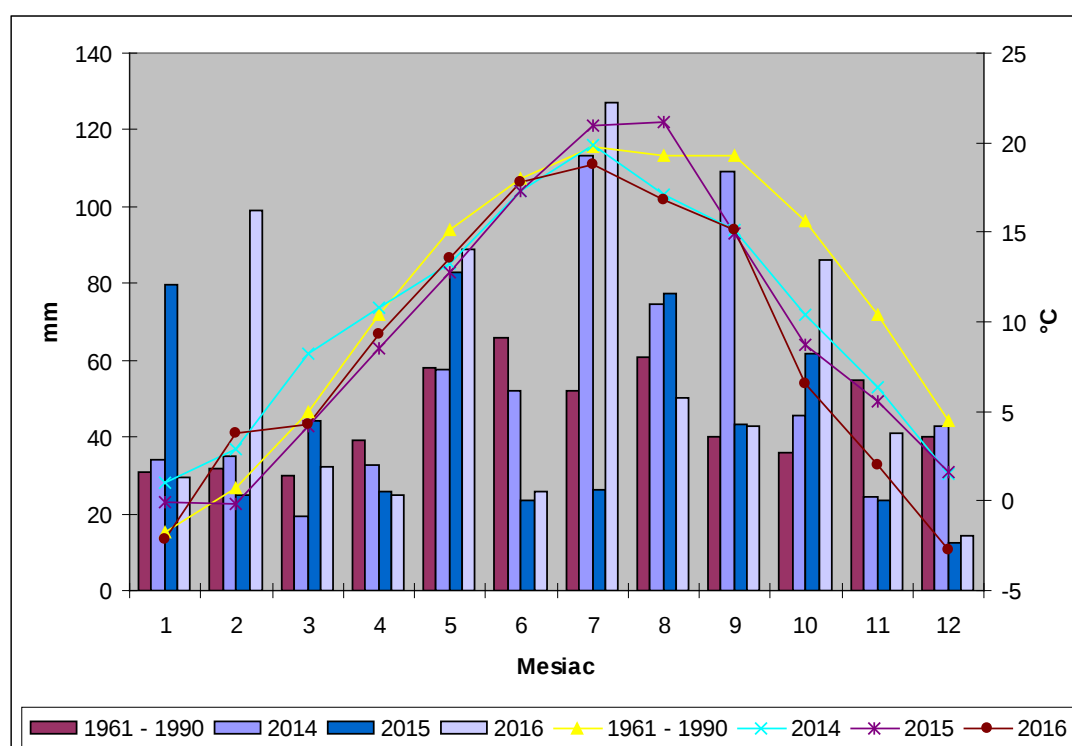
Rok	Variant		Dávka živín (kg.ha ⁻¹ č. ž.)					
			N				P	K
			regeneračné	produkčné	kvalitatívne	spolu		
2014/2015	K	H2	30	-	30	60	36	60
		H3	30	-	20	50	36	60
	M	H2	30	-	20	50	30	60
		H3	30	-	20	50	30	60
2015/2016	K	H2	30	-	20	50	30	20
		H3	30	-	30	60	30	60
	M	H2	20	-	30	50	30	60
		H3	30	-	20	50	30	60

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Počasiť počas jesenného obdobia 2014 bolo nadpriemerne teplé s dostatkom atmosférických zrážok. Pribeh počasia bol vzhľadom na založenie a počiatkový vývoj porastov ozimných plodín priaznivý. Počasie počas zimného obdobia bolo značne premenlivé, nielen z tepelného hľadiska, ale aj

z hľadiska atmosférických zrážok. Mesiac apríl a máj boli pomerne premenlivé. Výrazné oteplenie sa striedalo s chladným počasím. Koncom apríla bol zaznamenaný výrazný nedostatok vlhky. V porovnaní s dlhodobým priemerom sa máj javil ako vlhký. Prvý letný mesiac jún bol veľmi suchý (35,8 % dlhodobého normálu). Začiatok júla bol v znamení tropických horúčav.

V roku 2015 jesenné obdobie bolo nadpriemerne teplé s priemerným množstvom atmosférických zrážok na celom území Slovenska. Počasie bolo pre počiatočný vývoj porastov pšenice letnej formy ozimnej priaznivé. Do zimy boli porasty v dobrom kondičnom stave. Zima bola mierna. Porasty pšenice letnej formy ozimnej po prezimovaní vďaka vysokým úhrnom zrážok z februára mali vytvorené dobré podmienky pre štart do jarnej vegetácie. Marec bol teplý a chudobnejší na zrážky. Od apríla do júna sa teploty pohybovali v pásme dlhodobého normálu, ale v tomto období prichádzalo k striedaniu suchého, veľmi vlhkého a až veľmi suchého obdobia (Obr. 1). V roku 2016 mali porasty v období tvorby zrna vytvorené priaznivé podmienky a aj napriek vpádom horúceho vzduchu, obdobia extrémne vysokých teplôt nedošlo k výraznejším stratám spôsobených zahorením zrna.



Obrázok 1. Poveternostné podmienky v rokoch 2014 – 2016 (hodnoty v stĺpcoch vyjadrujú zrážky a krivky vyjadrujú teploty)

V priebehu pokusných rokov sa úroda zrna pohybovala v rozmedzí od 3,99 do 6,77 t.ha⁻¹. V hodnotenom období sa dosiahla v priemere variantov pokusu priemerná úroda zrna pšenice letnej formy ozimnej 5,63 t.ha⁻¹ (Tab. 3).

V pokusnom roku 2014/15 mala odroda Bertold priemernú úrodu zrna 5,46 t.ha⁻¹, čo bolo zhodné s celoslovenským priemerom.

Ako uvádza Zimolka et al. (2005), vplyv počasia má väčší vplyv na úrodu zrna pšenice ako lokalita pestovania, výsevok a hnojenie.

Obrábanie pôdy má základný význam pri regulácii vlhkosťnych, teplotných a štruktúrnych vlastností pôdy v mimo vegetačnom období alebo počas vegetácie. Okrem toho vplyva na pôdnu úrodnosť, na efektívnosť hnojenia, striedania plodín, reguláciu burín a na ochranu pôdy pred eróziou (Pospíšil a Candráková, 2015).

V pokuse pri konvenčnom obrábaní pôdy sa dosiahla vyššia úroda iba o 0,03 t.ha⁻¹ v porovnaní s minimalizačným obrábaním pôdy.

Najvyššia priemerná úroda zrna (6,23 t.ha⁻¹) sa dosiahla na variante racionálne hnojenom priemyselnými hnojivami so zapravením pozberových zvyškov predplodiny.

V roku 2016 sa bola priemerná úroda zrna 5,79 t.ha⁻¹. Vyššia úroda zrna pšenice letnej formy ozimnej sa dosiahla pri minimalizácii (5,85 t.ha⁻¹) ako pri orbe (5,73 t.ha⁻¹).

Pri konvenčnom obrábaní pôdy sa dosiahla najvyššia úroda zrna pri zapravení pozberových zvyškov predplodiny do pôdy (6,68 t.ha⁻¹), čo je v porovnaní s nehnojenou kontrolou úroda vyššia o 40,3 %. Pri minimálnom obrábaní pôdy bola úroda najvyššia na variante racionálne hnojenom priemyselnými hnojivami (6,77 t.ha⁻¹). Úroda v porovnaní s kontrolou bola vyššia o 42,8 %.

Tabuľka 3. Úroda zrna pšenice letnej formy ozimnej

Tabuľka 5. Úroda zrna pšenice lepkavej formy ozimlej							
Rok	Variant	Obrábanie pôdy				Priemer za hnojenie	
		K		M			
		Úroda zrna					
		t.ha ⁻¹	rel. %	t.ha ⁻¹	rel. %	t.ha ⁻¹	rel. %
2014/2015	H1	3,99	100,0	4,19	100,0	4,09	100,0
	H2	5,88	147,4	6,27	149,6	6,08	148,5
	H3	6,56	164,4	5,89	140,6	6,23	152,2
	—						
	$\bar{x}$	5,48		5,45		5,46	
2015/2016	H1	4,76	100,0	4,74	100,0	4,75	100,0
	H2	5,74	120,6	6,77	142,8	6,26	131,7
	H3	6,68	140,3	6,05	127,6	6,37	134,0
	—						
	$\bar{x}$	5,73		5,85		5,79	
Priemer rokov	H1	4,38	100,0	4,47	100,0	4,42	100,0
	H2	5,81	132,8	6,52	146,0	6,17	139,6
	H3	6,62	151,3	5,97	133,7	6,30	142,5
	—						
	$\bar{x}$	5,60		5,65		5,63	

V roku 2016, bola v porovnaní s rokom 2015, štatisticky preukazne vyššia úroda zrna o 0,39 t.ha⁻¹ (Tab. 4), čo predstavuje zvýšenie úrody o 6 %. Rozdielne obrábanie pôdy úrodu zrna pšenice letnej formy ozimnej štatisticky významne neovplyvnilo. V porovnaní s konvenčnou technológiou bola pri minimalizačnej technológii dosiahnutá vyššia úroda zrna len o 0,05 t.ha⁻¹ (Tab 4). Potvrdilo sa, že pšenica letná forma ozimná podstatnejšie nereaguje na hĺbku obrábania pôdy, čo je v súlade s výsledkami uvádzanými viacerými autormi (Hrubý et al., 2001; Hanáčková a Slamka, 2011; Hanáčková a Candráková, 2012; Hanáčková a Candráková, 2016).

Štatisticky preukazný rozdiel v úrode zrna bol medzi nehnojenou kontrolou a hnojenými variantmi. Na hnojených variantoch bola priemerná úroda zrna, v porovnaní s kontrolou, vyššia o 39,6 % na H2 variante a o 42,5 % na H3 variante.

Tabuľka 4. Štatistické vyhodnotenie úrody zrna a slamy analýzou rozptylu v programe Statgraphics Plus

Faktory		Úroda zrna (t.ha ⁻¹)	$\alpha = 0,05$	Úroda slamy (t.ha ⁻¹)	$\alpha = 0,05$
Rok	2015	5,46 a	0,1823	7,10 a	0,2145
	2016	5,79 b		7,49 b	
Obrábanie pôdy					
Konvenčné		5,60 a	0,1823	7,19 a	0,2145
Minimalizačné		5,65 a		7,49 a	

Faktory	Úroda zrna (t.ha ⁻¹)	$\alpha = 0,05$	Úroda slamy (t.ha ⁻¹)	$\alpha = 0,05$
<i>Hnojenie</i>				
H1 - kontrola	4,42 a	0,2233	6,22 a	0,2627
H2 - priemyselné hnojivá	6,17 b		7,89 b	
H3 - pozberové zvyšky	6,30 b		7,77 b	

Podmienky pestovania ovplyvňujú úrodu celej nadzemnej hmoty. V priebehu pokusných rokov sa úroda slamy pohybovala v rozmedzí od 5,91 do 8,86 t.ha⁻¹. V hodnotenom období bola, v priemere variantov pokusu, priemerná úroda slamy 7,30 t.ha⁻¹. Preukazne vyššia bola v roku 2016 (7,49 t.ha⁻¹), čo zodpovedá aj vyššej úrode zrna pšenice (Tab. 5)

Tabuľka 5 Úroda slamy pšenice letnej formy ozimnej

Tabuľka 5 Úroda slamy pšenice reňky formy slavnice							
Rok	Variant	Obrábanie pôdy				Priemer za hnojenie	
		K		M			
		Úroda slamy					
		t.ha ⁻¹	rel. %	t.ha ⁻¹	rel. %	t.ha ⁻¹	rel. %
2014/2015	H1	6,00	100,0	6,88	100,0	6,44	100,00
	H2	7,36	122,7	7,87	114,4	7,62	118,25
	H3	7,41	123,5	7,12	103,5	7,27	112,81
	$\bar{x}$	6,92		7,29		7,11	
2015/2016	H1	6,10	100,0	5,91	100,0	6,01	100,0
	H2	7,53	123,4	8,86	149,9	8,20	136,5
	H3	8,71	142,8	7,85	132,8	8,28	137,9
	$\bar{x}$	7,45		7,54		7,49	
Priemer rokov	H1	6,05	100,0	6,40	100,0	6,23	100,0
	H2	7,45	123,1	8,37	130,8	7,91	127,1
	H3	8,06	133,2	7,49	117,0	7,78	124,9
	$\bar{x}$	7,19		7,42		7,30	

V roku 2014/15 dosiahla odroda Bertold priemernú úrodu slamy 7,11 t.ha⁻¹. Pri minimálnom obrábaní pôdy bola vyššia úroda slamy (7,29 t.ha⁻¹) v porovnaní s konvenčným spôsobom obrábania pôdy (6,92 t.ha⁻¹).

Aplikácia hnojív a pozberových zvyškov predplodiny sa prejavila na tvorbe fytomasy. V roku 2015 sa najvyššia úroda slamy dosiahla na variante racionálne hnojenom priemyselnými hnojivami. Najnižšia úroda slamy bola na kontrolnom, nehnojenom variante. Po minimálnom obrábaní pôdy bola úroda slamy o 1,87 t.ha⁻¹ vyššia, ako po klasickej orbe (6,00 t.ha⁻¹).

Z pohľadu spôsobov obrábania pôdy sa v roku 2015/16 dosiahla, v porovnaní s rokom 2014/15, celkove vyššia úroda slamy. Najvyššia úroda slamy sa dosiahla pri minimálnom obrábaní pôdy na variante racionálne hnojenom priemyselnými hnojivami (8,86 t.ha⁻¹). V porovnaní s nehnojeným kontrolným variantom úroda slamy bola vyššia o 49,9 %. Najnižšia úroda slamy sa dosiahla na nehnojenom kontrolnom variante (5,91 t.ha⁻¹) pri minimálnom obrábaní pôdy.

V priemere dvoch pokusných rokov bola priemerná úroda slamy 7,30 t.ha⁻¹. Vyššia úroda slamy bola pri minimálnom obrábaní pôdy (7,42 t.ha⁻¹) ako pri použití klasickeho pluhu (7,19 t.ha⁻¹). Z variantov hnojenia sa dosiahla najvyššia priemerná úroda slamy na variante racionálne hnojenom priemyselnými hnojivami (7,91 t.ha⁻¹). V porovnaní s kontrolným nehnojeným variantom úroda bola vyššia o 27,1 %. Podiel slamy bol vyšší ako zrna na čo ukazuje aj zberový index (0,43).

V roku 2015 sa hodnoty zberového indexu pohybovali v rozpätí od 37,85 % (K – H1) do 46,96 % (K – H3), čo znamená, že podiel zrna na celkovej fytomase bol nižší ako slamy.

V roku 2016 sa hodnoty zberového indexu pohybovali v rozpätí od 43,26 % (K – H2) do 44,51 % (M – H1) čo znamená, že podiel zrna na celkovej fytomase bol nižší ako slamy (Tab. 6).

Tabuľka 6. Zberový index (podiel zrna z celkovej fytohmoty) pšenice letnej formy ozimnej v rokoch 2014/15 – 2015/16

Obrábanie pôdy	Varianty hnojenia	Zberový index		
		2015	2016	Priemer
Konvenčné	H1	39,94	43,83	41,80
	H2	44,41	43,26	43,83
	H3	46,96	43,40	45,18
	$\bar{x}$	43,77	43,50	43,63
Minimalizačné	H1	37,85	44,51	41,18
	H2	44,34	43,31	43,83
	H3	45,27	43,53	44,40
	$\bar{x}$	42,49	43,78	43,14
Priemer		43,13	43,64	43,38

ZÁVER

V poľnom pokuse sa v priemere dvoch pokusných rokoch 2014/2015-2015/2016 a variantov pokusu dosiahla priemerná úroda zrna $5,63 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. Štatisticky významne vyššia úroda zrna bola v roku 2016 ($5,79 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$) ako v roku 2015 ($5,46 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$). Rozdielny spôsob obrábania pôdy úrodu zrna štatisticky významne neovplyvnil. Vyššia úroda zrna sa získala pri minimálnom obrábaní pôdy ($5,65 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$) ako pri klasickej orbe ($5,60 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$). Štatistický preukazný rozdiel sa zistil medzi nehnojeným kontrolným variantom ($4,42 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$) a hnojenými variantmi (H2 – $6,17 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, H3 – $6,30 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$). Rozdiely v úrode medzi hnojenými variantmi neboli štatisticky významné. Priemerná úroda slamy bola $7,30 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. Štatisticky preukazne vyššia úroda sa dosiahla v roku 2016 ($7,49 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$) ako v roku 2015 ($7,10 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$). Zo spôsobov obrábania pôdy sa vyššia priemerná úroda dosiahla pri použití tanierového náradia ($7,49 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$), ako pri klasickej orbe ($7,19 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$). Najnižšia úroda slamy ($6,22 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$) sa dosiahla na nehnojenom variante. Na hnojených variantoch bola úroda zrna preukazne vyššia. Úroda slamy bola vyššia na variante racionálne hnojenom priemernými hnojivami ($7,89 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$) v porovnaní so zapravením pozberových zvyškov ($7,77 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$). Pri oboch spôsoboch obrábania pôdy a variantoch hnojenia úroda slamy bola vyššia ako úroda zrna, čo dokazuje aj vypočítaný zberový index.

LITERATÚRA

- FECENKO, J., LOŽEK, O. 2000: Výživa a hnojenie poľných plodín. Nitra : SPU a Duslo, a.s., Šala, 2000. 442 s, ISBN 80-7137-777-5.
- HANÁČKOVÁ, E., CANDRÁKOVÁ, E. 2012: Vplyv rozdielneho obrábania pôdy a hnojenia na úrodu pšenice letnej formy ozimnej. *Vedecké práce Katedry agrochémie a výživy rastlín a Katedry pedológie a geológie*. Nitra : SPU, 2012, s.20-27.
- HANÁČKOVÁ, E., CANDRÁKOVÁ, E. 2016: Vplyv rozdielnych technológií pestovania pšenice letnej f. ozimnej na úrodu a vybrané ukazovatele kvality zrna. In: *Agrochémia*, SPU Nitra a Duslo, a.s., Šala, vol. XX (56), s. 8-15. ISSN 1335-2415.
- HANÁČKOVÁ, E., SLAMKA, P. 2011: Production process of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) under different soil cultivation and fertilization. In: *Research Journal of Agricultural Science*, 43, 2011, 1 s. 56-61.
- HRUBÝ, J., BADALÍKOVÁ, B., VÁCLAVÍK, F. 2001: Vliv ochranného zapracování půdy na vybrané kvalitativní ukazatele ozimní pšenice a jarního ječmene. In: *Akruální poznatky v oblasti jakosti zemědělské a potravinářské produkce*. Sb. referátů. Brno.
- LOŽEK, O., HANÁČKOVÁ, E. 2016: Výživa pšenice letnej formy ozimnej. Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita. 101 s. ISBN 978-80-552-1565-5.
- MASÁR, I. 2017: Obilniny. Situačná a výhľadová správa k 31. 12. Roč. XXIV, č. 1, 2017. NPPC-VÚEPP, Bratislava. ISSN 1338-483X.
- POSPIŠIL, R., CANDRÁKOVÁ, E. 2015: Všeobecná rastlinná výroba. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita. 206 s. ISBN 978-80-552-1353-8.

- TOBIÁŠOVÁ, E., ŠIMANSKÝ, V. 2009: Kvantifikácia pôdných vlastností a ich vzájomných vzťahov ovplyvnených antropickou činnosťou. 1. vydanie. Nitra: SPU. p. 114. ISBN 978-80-552-0196-2
- VILČEK, J. 2009: Potenciál pôd a agrárnej krajiny na pestovanie obilnín. In *Geografický časopis*. 61, 2009, 2 s. 153-176.
- ZIMOLKA, J. et al. 2005: Pšenice pěstování, hodnocení a užití zrna. Praha : Nakladatelství Profi Press, s. r. o. 180 s. ISBN 80-86726-09-6.

Kontaktná adresa

Ing. Eva Candráková, PhD., Katedra rastlinnej výroby
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, Tr. A. Hlinku,
949 76 Nitra, tel. 037/6508 224, e-mail: Eva.Candrakova@uniag.sk

VPLYV FUNGICÍDNEHO OŠETRENIA NA VÝSKYT LISTOVÝCH CHORÔB PŠENICE LETNEJ FORMY OZIMNEJ V ROKOCH 2016-2017

The influence of fungicide treatment on the suppression of leaf diseases of winter wheat in years 2016 and 2017

ĽUBICA MALOVCOVÁ – MÁRIA SEKERKOVÁ

Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav rastlinnej výroby Piešťany

The field experiment was conducted in years with different weather 2016 and 2017 and the comparison of the occurrence of two diseases of winter wheat - Puccinia striiformis and Septoria tritici was carried out. The aim of the study was to find out the influence of fungicide treatment on the suppression these diseases, on the grain yield and yield components. The field trial was located in the Experimental Station Borovce, belonging to the National Agricultural and Food Centre - Research Institute of Plant Production Piešťany. In the crop rotation were arranged four crops: sunflower, spring barley, winter rape and winter wheat. Three hybrids of winter wheat were used: PS Sunanka, Víglanka and Madejka. The fungicide treatment with three-component product in dose 1.2 L ha⁻¹ was applied in growth stage (GS) 35 and fungicide treatment with two-component product in dose 1.0 L ha⁻¹ was realized in GS 61 – in the beginning of flowering. On three monitored varieties, the application of fungicide treatment decreased the attack of vegetation by Septoria tritici in statistically significant measure. The application of fungicide treatment decreased the attack of vegetation by Puccinia striiformis in statistically significant measure only on two predisposed varieties - PS Sunanka and Madejka. By variety PS Sunanka, the highest attack by Puccinia striiformis was observed (30.09 %).

Key words: winter wheat, fungicide treatments, variety, grain yield, Puccinia striiformis, Septoria tritici

ÚVOD

V priebehu vegetácie pôsobia na rastliny klimatické a agroekologické faktory, ktoré ovplyvňujú ich kvalitu a úrodu. Napadnutie rastlín hubovými patogénmi je podmienené vybranou odrodou, predplodinou, agrotechnikou a v podstatnej miere je limitujúcim faktorom počasie.

V posledných rokoch, mierne zimy vytvorili vhodné podmienky nielen pre prezimovanie plodín, ale aj pre rozvoj patogénov, ktoré sa v minulých rokoch vyskytovali v porastoch ojedinele. Medzi takéto choroby patrí hrdza plevová (*Puccinia striiformis*), ktorej spóry sa šíria vzduchom na dlhé vzdialenosti, čo môže prispieť k náhlým epidémiám (Hovmoller et al., 2011). V Európe bola v roku 2010 prvýkrát zistená nová rasa hrdze plevovej - Warrior (Roháčik et al., 2016), ktorá bola svojou agresivitou schopná prekonať aj mimoriadne tuhú zimu v januári 2017.

Cieľom našej práce bolo porovnať výskyt chorôb pšenice letnej formy ozimnej v dvoch poveternostne odlišných rokoch 2016 a 2017, po ošetrení fungicídnyimi prípravkami na ochranu rastlín s dopadom na úrodu a úrodotvorné činitele.

MATERIÁL A METÓDY

Pokus bol založený na Experimentálnom pracovisku v Borovciach, ktoré patrí NPPC – VÚRV Piešťany. Prvou predplodinou v obidvoch sledovaných rokoch bola repka ozimná, druhou predplodinou jačmeň jarný, treťou slnečnica ročná. Osevný postup bol tvorený 4 plodinami: slnečnica ročná, jačmeň siaty jarný, kapusta repková pravá forma ozimná a pšenica letná forma ozimná. Oblasť je zaradená do kukurično-jačmenného výrobného typu, pôda je degradovaná černoziem, pH 5,5–7,2, obsah prístupného K je dobrý, P stredný, Mg vysoký (Mehlich II). Ornica je stredne hlboká až hlboká (0,24–0,28 m). Humusový horizont je drobnohrudkovitej až hrudkovitej štruktúry, hlinitý, hlboký 0,40–0,55 m. Obsah humusu v ornici je 1,8–2,0 %. V pokuse boli sledované 3 odrody pšenice ozimnej - PS Sunanka, Víglanka a Madejka. Skúšané odrody sú vhodné na pestovanie vo všetkých výrobných oblastiach.

V pokuse boli pri každej odrode sledované 2 varianty fungicídneho ošetrovania (kontrolný a ošetrovaný variant). Pri ošetrovaných variantoch sme aplikovali v rastovej fáze BBCH – 35, fungicíd s tromi účinnými látkami - fenpropimorf 200 g.l⁻¹, epoxiconazole 62,5 g.l⁻¹ a metrafenone 75 g.l⁻¹ v dávke 1,2 l.ha⁻¹. Vo fáze 61, v čase kvitnutia, bol použitý fungicíd s kombináciou dvoch účinných látok tebuconazole 133 g.l⁻¹ a prochloraz 267 g.l⁻¹ v dávke 1,0 l.ha⁻¹. Zdravotný stav bol hodnotený dva týždne po aplikácii prvého fungicídneho ošetrovania.

Pokus bol vysiaty metódou znáhodnených blokov s 3 opakovaniami, s veľkosťou parcelky 10 m².

Po zbere sme z každého polička odobrali vzorky potrebné na stanovenie úrodovných ukazovateľov – HTZ, objemovej hmotnosti a podielu vyšších frakcií zrna.

Získané výsledky boli spracované štatistickou metódou – analýzou variancie.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Najviac zastúpenými listovými chorobami počas sledovania pokusu bola septória pšenícová (*Mycosphaerella graminicola* anam. *Septoria tritici*) a hrdza plevová (*Puccinia striiformis*). Septória pšenícová prežíva na pozberových zvyškoch, z ktorých sa šíri do novozaložených porastov. Hrdza plevová prežíva na medzihostiteľských rastlinách - trávach, odkiaľ sa prenáša na pšenícové porasty. V roku 2016 boli prvé výskyt hrdze plevovej zaznamenané v pokuse v prvej májovej dekáde, v roku 2017 to bolo až v poslednej májovej dekáde.

Poveternostné podmienky v rokoch 2016 a 2017 vo vegetačnom období pšenice ozimnej (X - VII) sa diametrálne odlišovali. Teplotne bol rok 2017 v porovnaní s dlhodobým priemerom chladnejší o 1,24 °C (rok 2016 chladnejší o 0,27 °C), k čomu prispela arktická zima v januári 2017. Počas celého vegetačného obdobia sme zaznamenávali výrazný zrážkový deficit, ktorý dosiahol 63,1 % dlhodobého normálu. Mesiac máj, kedy pšenica intenzívne rastie, bol v roku 2016 mierne teplotne podpriemerný - o 0,19 °C, v porovnaní s dlhodobým priemerom, zrážky dosiahli 156% dlhodobého normálu, čo vytvorilo ideálne podmienky pre rozvoj chorôb. Máj 2017 bol naopak teplotne mierne nadpriemerný o 0,71 °C, v tomto mesiaci padlo len 30,4 mm zrážok, čo predstavuje 56,2% dlhodobého normálu (tab. č.1). Nedostatok zrážok mal vplyv nielen na vývin rastlín, ale aj na vývoj patogénov a ich predčasné zasychanie.

Tabuľka 1. Poveternostné podmienky v rokoch 2015/2016 a 2016/2017v Borovciach

Mesiac	n (1951 – 1980)		2015/2016		2016/2017	
	x _{td} (°C)	Σ _z mm	x _{td} (°C)	Σ _z mm	x _{td} (°C)	Σ _z mm
X.	9,6	42	7,12	63,5	6,63	58,3
XI.	4,6	51	3,45	40,5	1,90	44,5
XII.	0,3	46	-0,06	22,0	-3,24	24,2
I.	-1,8	32	-3,38	51,4	-8,55	19,8
II.	0,2	33	2,62	69,0	-0,50	16
III.	4,2	32	3,19	16,4	5,53	20,1
IV.	9,4	43	8,78	37,5	7,51	42,8
V.	14,1	54	13,91	84,0	14,81	30,4
VI.	17,7	80	18,94	23,0	20,37	23,9
VII.	18,9	76	19,94	145,2	20,34	28,6
x _{td} (°C)/ Σ _z mm	7,72	489	7,45	552,5	6,48	308,6

Dosiahnuté výsledky hovoria o vplyve ošetrovania na úrodu a úrodovné ukazovatele v závislosti od odrody a klimatických pomerov v danom roku. V roku 2016 sme zaznamenali výraznejšie napadnutie odrôd pšenice ozimnej hrdzou plevovou aj septóriou pšenícovou, pričom najvyššie napadnutie hrdzou plevovou sme zistili na odrode PS Sunanka – 30,09 %, najvyššie napadnutie septóriou pšenícovou na odrode Madejka – 27,43% (tab. 2). Fungicídne ošetrovanie malo štatisticky preukazný vplyv na úrodu, HTZ, objemovú hmotnosť a podiel vyšších frakcií zrna len u odrody PS Sunanka. Ošetrovaný variant pri tejto odrode dosiahol o 67,5% vyššiu úrodu a o 20 % vyššiu HTZ v porovnaní s kontrolným neošetrovaným variantom (tab. č. 3 a 4), na ktorom prerastala hrdza plevová až do klasu, čo sa negatívne prejavilo na úrode a HTZ.

Tabuľka 2. Vplyv fungicídneho ošetrovania pšenice ozimnej na napadnutie hrdzou plevovou (*Puccinia striiformis*) a septóriou pšenicovou (*Septoria tritici*) rokoch 2016 a 2017

Odroda	<i>Puccinia striiformis</i>			<i>Septoria tritici</i>		
	2016	2017	Priemer	2016	2017	Priemer
PS Sunanka - A	30,09	15,50	22,80	18,93	15,00	16,97
PS Sunanka - B	6,17	6,47	6,32	10,50	9,40	9,95
Hd _(0,05) - ošetrovanie	+	+	+	+	+	+
Hd _(0,05) -rok (ošetrovanie A x PS Sunanka)			+			+
Hd _(0,05) -rok (ošetrovanie B x PS Sunanka)						
Víglanka - A	6,67	5,57	6,12	20,87	9,83	15,35
Víglanka - B	3,93	4,83	4,38	12,17	6,37	9,27
Hd _(0,05) - ošetrovanie	+		+	+	+	+
Hd _(0,05) -rok (ošetrovanie A x Víglanka)						+
Hd _(0,05) -rok (ošetrovanie B x Víglanka)						+
Madejka - A	26,30	9,27	17,78	27,43	17,23	22,33
Madejka - B	5,47	4,97	5,22	12,30	9,27	10,79
Hd _(0,05) - ošetrovanie x odroda	+	+	+	+	+	+
Hd _(0,05) -rok (ošetrovanie A x Madejka)			+			+
Hd _(0,05) -rok (ošetrovanie B x Madejka)						+
Hd _(0,05) -odroda, ošetrovanie A			+			+
Hd _(0,05) -odroda, ošetrovanie B			+			+

A - kontrolný variant bez ošetrovania, B – ošetrovaný variant

Tabuľka 3. Vplyv fungicídneho ošetrovania pšenice ozimnej na úrodu a HTZ v rokoch 2016 a 2017

Odroda	Úroda (t.ha ⁻¹)			HTZ (g)		
	2016	2017	Priemer	2016	2017	Priemer
PS Sunanka - A	3,73	5,23	4,48	27,88	30,77	29,33
PS Sunanka - B	6,25	5,92	6,09	33,47	33,14	33,31
Hd _(0,05) - ošetrovanie	1,31+	0,36+	0,49+	3,45+	9,85	3,57+
Hd _(0,05) -rok (ošetrovanie A x PS Sunanka)			1,57			4,98
Hd _(0,05) -rok (ošetrovanie B x PS Sunanka)			1,22			12,44
Víglanka - A	7,20	5,35	6,28	43,58	35,69	39,64
Víglanka - B	7,87	5,49	6,68	45,75	36,90	41,33
Hd _(0,05) - ošetrovanie	1,52	0,32	0,46	4,10	3,00	1,40+
Hd _(0,05) -rok (ošetrovanie A x Víglanka)			0,68+			3,03+
Hd _(0,05) -rok (ošetrovanie B x Víglanka)			1,61+			2,49+
Madejka - A	7,34	5,57	6,46	40,34	33,01	36,68
Madejka - B	8,16	5,65	6,91	40,57	34,59	37,58
Hd _(0,05) - ošetrovanie	2,16	0,13	0,58	1,39	4,41	1,15
Hd _(0,05) -rok (ošetrovanie A x Madejka)			1,81			0,92+
Hd _(0,05) -rok (ošetrovanie B x Madejka)			0,76+			3,22+
Hd _(0,05) -odroda, ošetrovanie A			0,60+			1,73+
Hd _(0,05) -odroda, ošetrovanie B			0,56+			3,06+

A - kontrolný variant bez ošetrovania, B – ošetrovaný variant

Tabuľka 4. Vplyv fungicídneho ošetrenia pšenice ozimnej na objemovú hmotnosť a podiel vyšších frakcií zrna v rokoch 2016 a 2017

Odroda	Objemová hmotnosť (kg.hl ⁻¹)			Podiel vyšších frakcií zrna (g)		
	2016	2017	Priemer	2016	2017	Priemer
PS Sunanka - A	61,53	82,27	71,90	15,83	10,20	13,02
PS Sunanka - B	69,37	82,37	75,87	34,50	11,00	22,75
Hd _(0,05) - ošetrovanie	1,65+	2,03	1,10+	11,06+	0,25+	3,84+
Hd _(0,05) -rok (ošetrovanie A x PS Sunanka)			2,02+			12,08
Hd _(0,05) -rok (ošetrovanie B x PS Sunanka)			3,94+			8,08+
Víglanka - A	75,47	80,93	78,20	85,03	43,13	64,08
Víglanka - B	76,10	82,73	79,42	90,13	51,53	70,83
Hd _(0,05) - ošetrovanie	1,00	1,74+	0,71+	15,21	12,21	5,79+
Hd _(0,05) -rok (ošetrovanie A x PS Sunanka)			1,49+			16,67+
Hd _(0,05) -rok (ošetrovanie B x PS Sunanka)			1,88+			10,49+
Madejka - A	76,37	79,43	77,90	77,17	20,30	48,74
Madejka - B	76,07	79,80	77,93	77,60	27,63	52,62
Hd _(0,05) - ošetrovanie	1,49	2,45	0,83	3,55	13,07	3,87+
Hd _(0,05) -rok (ošetrovanie A x PS Sunanka)			2,72+			8,41+
Hd _(0,05) -rok (ošetrovanie B x PS Sunanka)			2,11+			11,28+
Hd _(0,05) -odroda, ošetrovanie A			1,33+			5,61+
Hd _(0,05) -odroda, ošetrovanie B			1,25+			4,09+

A - kontrolný variant bez ošetrovania, B – ošetrovaný variant

Nižšie napadnutie popisovanými chorobami v roku 2017 bolo spôsobené dlhodobým teplým a suchým počasím. Aplikácia fungicídnych prípravkov v tomto roku sa podieľala štatisticky preukazne na znížení % napadnutia septóriou pšenicovou u všetkých odrôd a hrdzou plevovou u náchylných odrôd - PS Sunanka a Madejka. Štatisticky preukazný vplyv malo fungicídne ošetrovanie na úrodu a podiel vyšších frakcií zrna u odrody PS Sunanka. Vplyvom aplikácie fungicídneho ošetrovania na rozvoj hrdze plevovej u pšenice ozimnej sa zaoberali Hailu, D. a Fininsa, pričom zistili, že aplikácia fungicídnych prípravkov znižuje rozvoj ochorenia na náchylnej odrode.

Na kontrolných variantoch mali klimatické pomery v priebehu dvoch rokov, ktoré boli teplotne aj zrážkovo výrazne odlišné, štatisticky preukazný vplyv na napadnutie septóriou u všetkých odrôd, hrdzou plevovou u náchylných odrôd – PS Sunanka a Madejka. Štatisticky preukazný vplyv počasia sme zaznamenali vo výške úrody a HTZ, objemovej hmotnosti a podiele vyšších frakcií zrna pri odrode Víglanka a Madejka na kontrolných aj ošetrovaných variantoch.

ZÁVER

V rokoch 2016 a 2017 bola dosiahnutá najvyššia priemerná úroda zrna pri odrode Madejka na ošetrovanom variante (6,91 t.ha⁻¹).

Na fungicídne ošetrovanie najlepšie reagovala odroda PS Sunanka vzhľadom na najvyššie napadnutie hrdzou plevovou, ktorá v roku 2016 na tejto odrode kolonizovala aj klasy.

Aplikácia fungicídnej ochrany znížila štatisticky preukazne napadnutie porastov septóriou pšenicovou na všetkých troch odrodách, napadnutie hrdzou plevovou len na náchylných odrodách - PS Sunanka a Madejka. V hodnotených rokoch na výšku úrody a sledované úrodotvorné ukazovatele pšenice ozimnej štatisticky preukazne vplývalo ošetrovanie, poveternostné podmienky v danom roku (okrem odrody PS Sunanka) a odroda.

Podakovanie: Táto publikácia vznikla vďaka podpore v rámci rezortnej úlohy výskumu a vývoja na roky 2016–2018 riešenej v rámci „Nového modelu vedy a výskumu v rezorte Ministerstva pôdohospodárstva SR“
ZDOKONALENIE PESTOVATEĽSKÝCH SYSTÉMOV PRE TRVALÚ UDRŽATEĽNOSŤ A KVALITU PRIMÁRNEJ RASTLINNEJ PRODUKCIE ZOHLADŇUJÚCICH ZMENY KLÍMY, OCHRANU ŽIVOTNÉHO PROSTREDIA A ROZVOJ VIDIEKA

LITERATÚRA

HAILU, D., FININSA, C.: Epidemics of stripe rust (*Puccinia striiformis*) on common wheat (*Triticum aestivum*) in the highlands of Bale, southeastern Ethiopia. In: *Crop Protection*, 26(8), 2007, pp. 1209 - 1218

HOVMOLLER M.S., SORENSEN, C.K., WALTER S., JUSTENSEN, A.F.: Diversity of *Puccinia striiformis* on cereal and grasses. In: *Ann. Rev. Phytopathol.* 49, 2011: 197-217.

ROHÁČIK, T. MUCHOVÁ, D., HUDEC, K.: Hrdza plevová na Slovensku v rokoch 2014 a 2015. In: *Agromanuál: profesionálna ochrana rastlín*. Roč.11, č.4(2016), s.50 -52.

Adresa autorov: NPPC - Výskumný ústav rastlinnej výroby Piešťany, Bratislavská cesta 122, 921 68 Piešťany, RNDr. Ľubica Malovcová – Ing. Mária Sekerková, CSc.; e-mail: malovcova@vurv.sk

REGULÁCIA BURÍN V INTENZÍVNYCH PESTOVATEĽSKÝCH SYSTÉMOCH

Weed management in intensive cultivation systems

MILAN MACÁK - JOZEF SMATANA - MIROSLAV HABÁN

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Katedra udržateľného poľnohospodárstva a herbológie

Perennial weeds belongs to the most troublesome dangerous weeds on arable land. The absence of suitable crop rotation support its wide spreading. The weather disturbances and timing of dry period lead to some trouble with herbicide weed control in Slovakia. The main goal of our research was to evaluate the effects of direct control methods (herbicide application) on couch grass scenario development from long term perspectives. The initial couch grass density was on low and medium level of infestation (5-16 shoots per square meter). We focused on application of total herbicides and its effectiveness in couch grass control on intensive arable field. Three total herbicides with a.i. glyphosate were used between two crops period on field. In frame of climate change scenario, the occurrence of dry summer period in Slovakia is increasing with direct impact to effectiveness of applied herbicides to couch grass control. Relating to more frequent occurrence of dry summer and autumn the activity of couch grass plants is low hence we do not recommend herbicides with the active substance of glyphosate for this period. The shift of total herbicides application for couch grass control to 2-3 week before harvest of winter wheat, oil rape and sunflower is recommended.

Key words: crop rotation, herbicides, direct weed control, intensive farming

ÚVOD

Buriny môžu potenciálne znížiť úrodu plodín o 45% v porovnaní s 25% stratami spôsobenými chorobami a 20% stratami spôsobenými škodcami. Až 1/3 celkových nákladov na pestovanie poľných plodín ide na kontrolu zaburinenosti (Gnanavel and Natarajan 2014). Výskyt konkrétnych druhov burín v agrofytocenózach je ovplyvňovaný biologickými vlastnosťami plodín (konkurenčná schopnosť, potláčanie burín), ekologickými faktormi lokality, intenzitou a charakterom poľnohospodárskych technológií (Tyšer, Holec 2004, Macák et al. 2008).

V rámci trvácich burín medzi obťažne buriny patrí pýr plazivý (*Elytrigia repens* L.). Nedostatok v kultúrnych metódach regulácie pýru plazivého a absencia vhodných osevných postupov priamo podporuje jeho rozširovanie. V konvenčnom intenzívnom poľnohospodárstve rozšírenou metódou regulácie pýru plazivého (*E. repens*) je aplikácia *glyphosate*, ktorý je aktívnou látkou v širokospektrálnom herbicide Roundup a v súčasnosti aj mnohých generík. Celosvetová spotreba herbicídov na báze *glyphosate* sa odhaduje na viac ako 700 000 ton a očakáva sa ďalší nárast o 7% do roku 2019. Viac ako 40% glyfosátov sa používa na reguláciu v poraste tolerantných plodín. V Európe sa herbicídy na báze *glyphosate* spravidla používajú na aplikáciu v medziporastovom období dvoch plodín a na predzberovú aplikáciu (Aronsson et al., 2015, Soukup, 2016). Zanedbanie regulácie burín v jednej plodine má za následok vytvorenie zásoby generatívnych a vegetatívnych diaspór (Mikulka 2014). Na ornej pôde sa pýr plazivý môže rozmnožovať aj generatívnym spôsobom hlavne v porastoch repky ozimnej a v ozimných obilninách. Pýr plazivý ako pletko koreniaca burina patrí na Slovensku medzi najnebezpečnejšie buriny v kukurici a v obilninách (Vereš a Týr 2011; Týr a Vereš, 2012, Smatana a Macák 2014).

Cieľom výskumu bolo zanalyzovať dynamiku populačnej hustoty pýru plazivého, ako odozvu na integrovaný manažment burín, v podmienkach intenzívnych pestovateľského systému s vysokým podielom obilnín a kukurice.

MATERIÁL A METÓDY

Dynamika zaburinenosti pýrom plazivým bola hodnotená na experimentálnej farme SPU v Nitre v Kolíňanoch na 4 honoch z rozdielnym osevným postupom v 8 ročnom časovom slede. Hodnotené polia sú v nadmorskej výške od 180 do 240 m.n.m. Na základe Štandardného klimatologického Normálu (1961-1990) je hodnota zrážok počas vegetačného obdobia 320 mm

a priemerná teplota 16.3°C. Rok 2007 bol teplotne nadnormálny a rok 2014 teplotne mimoriadne nadnormálny. Rok 2010 bol zrážkovo nadnormálny, ostatné sledované roky boli zrážkovo normálne.

Na všeobecnú kontrolu burín bola použitá mechanická a chemická regulácie burín v zmysle agrotechnickej praxe. Hodnotenie zaburinenosti pýru plazivého bolo robené na základe metódy Marschalla (Marschall 1988) a 5 bodovej stupnice aktuálnej zaburinenosti (Týr a Vereš 2012). Stupeň zaburinenosti bol hodnotený podľa priemernej hustoty výhonkov na meter štvorcový (Tabuľka 1).

Tabuľka 1. Hodnotiaca stupnica aktuálnej zaburinenosti pre kategóriu veľmi nebezpečných burín

Úroveň aktuálnej zaburinenosti				
0 žiadny	1 slabý	2 nízky	3 stredný	4 silný
Počet burín na m ²				
-	≤ 2	3-5	6-15	≥ 16

Aktuálna zaburinenosť bola hodnotená počas jarných mesiacov v marci až apríli na štyroch náhodne umiestnených snímkach o ploche 1 m², s minimálnym odstupom 50 m od seba.

Normalita distribúcie údajov bola hodnotená graficky a spoločné efekty boli vyhodnotené dvojfaktorovou analýzou rozptylu (ANOVA) a analýzou hlavných efektov (Statistica 10 software, StatSoft Inc., Tulsa, USA). Preukaznosť rozdielov bola hodnotená post hoc analýzou použitím Fisherovho testu na P=0.05. Homogenita rozptylov bola hodnotená a potvrdená použitím Bartlett, Cochran a Hartley testu. Dynamika zmien populačnej hustoty pýru plazivého bola hodnotená aj graficky použitím Microsoft Excel 2016 s vyznačením preukaznosti rozdielov. Pre ilustráciu bol priebeh populačnej dynamiky vyjadrený lineárnou resp. polynómickou funkciou.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Sledy plodín vo všetkých hodnotených osevných postupoch a spoločný efekt integrovaného manažmentu burín v podmienkach jednotlivých pestovateľských ročníkov (zdroj variability vyjadrený ako faktor roka) preukazne ovplyvnil populačnú dynamiku hustoty pýru plazivého (Tabuľka 2).

Interakcia medzi dvomi zdrojmi variability: pole (rozličný osevný postup) a rok (efekt manažmentu predplodiny a agroklimatické podmienky daného roka) indikujú, že variabilita hustoty výhonkov medzi rokmi (B) bola menšia než variabilita interakcie medzi jednotlivými poľami a pestovateľskými ročníkmi (A x B).

Tabuľka 2. ANOVA hustoty *E. repens* za 8 ročné obdobie

Zdroj variability	Suma štvorcov	df	Priemerný štvorec	F - pomer
Osevný postup (A)	743.214	5	148.643	52.224*
Rok (B)	46.870	7	6.696	2.352*
Opakovanie	5.724	3	1.908	0.670
A x B	1154.911	35	32.997	11.593*

Rozličný osevný sled plodín a zodpovedajúci špecifický manažment pestovaných plodín ovplyvnil časovú dynamiku populačnej hustoty pýru plazivého (Tabuľka 3).

Tabuľka 3. ANOVA hustoty *E. repens* v troch osevných postupoch za obdobie 8 rokov

Zdroj variability – podmienky ročníka	Suma štvorcov	df	Priemerný štvorec	F - pomer
Pole 3 – Nad rybníkom	500.469		71.496	15.028*
Pole 4 – Svoradov kríž	126.500		18.071	11.677*
Pole 5 – Pod železnicou	397.969		56.853	16.154*

Vhodný osevný postup je významný nástroj regulácie zaburinenosti trvácimi burinami. Hlavným dôvodom výberu hodnotených poľí bolo analyzovať manažmentové opatrenia regulácie burín, ktoré sú v praxi aplikované v podmienkach veľkých poľí a intenzívnej rastlinnej produkcie.

Na základe klasifikácie manažmentových opatrení reguláciu zaburinenosti (Bond, Grundy, 2001) boli pri hodnotení časových zmien populačnej dynamiky pýru plazivého vzaté do úvahy preventívne opatrenia (osevný postup a základné obrábanie pôdy), kultúrne metódy (konkurencia plodín) a priame metódy regulácie (mechanické obrábanie strniska a aplikácia herbicídov). Uvedené opatrenia sú bežne rozšírené v podmienkach veľkovýrobnej technológie na juhozápadnom Slovensku.

Hodnotené oseedné postupy sa vyznačujú vysokým podielom kukurice a obilnín 62,5% na poli č. 3 (Nad rybníkom) a poli č. 5 (Pod železnicou) a 87,5% na poli č. 4 (Svoradov kríž). Kukurica bola pestovaná iba na siláž.

Tabuľka 4. Osevný sled a termíny chemickej regulácie pýru plazivého na vybraných poliach, Koliňany 2007-2014. GPS: *glyphosate*, PKS: *propoxykarbazone sodium*

Rok	Pole 3 Nad rybníkom	Pole 4 Svoradov kríž	Pole 5 Pod železnicou
2007	kukurica na siláž	jačmeň jarný	jačmeň jarný
2008	pšenica ozimná GPS (28 august; 07 november)	pšenica ozimná GPS (06 august)	slnečnica GPS (18 apríl)
2009	slnečnica GPS (25 september)	raž ozimná GPS (05 august)	pšenica ozimná GPS (19 august; 07 november)
2010	pšenica ozimná GPS (18 september)	pšenica ozimná	slnečnica
2011	slnečnica	kukurica na siláž GPS (02 apríl)	pšenica ozimná PKS 15 apríl
2012	pšenica ozimná GPS (20 september)	slnečnica	jačmeň jarný
2013	tekvice	jačmeň jarný	repka ozimná
2014	jačmeň jarný	pšenica zimná PKS (12 apríl)	ozimná pšenica

Z pestovaných obilnín mala dominantný podiel pšenica ozimná, jačmeň jarný sa pestoval 1 až 2 krát za rotáciu. Raž ozimná, ktorá má z obilnín najlepšiu konkurenčnú schopnosť, sa pestovala iba raz na poli č. 4 v roku 2009.

Kukurica a pšenica ozimná sú považované za plodiny s nízkou konkurenčnou schopnosťou proti pýru plazivému naopak medziplodiny sú dobrou prevenciou proti šíreniu pýru (Askegaard, 2017). Hodnotené oseedné sledy vo všeobecnosti nevytvárali dostatočné medzioporastové obdobie, ktoré je často spojené vysokým deficitom zrážok, čo neumožnilo pestovanie medziplodín. Vo všeobecnosti platí, že zle založené porasty medziplodín neovplyvnia významne reguláciu *E. repens* (Melander et al., 2013).

Opúšťanie pestovania medziplodín v agroklimatických podmienkach juhozápadného Slovenska je bežná prax slovenských farmárov a preto sú hodnotené polia reprezentatívnou vzorkou pestovateľských postupov.

Popri priamej herbicídnej kontrole, vyžaduje efektívna kontrola uplatnenie vhodnej kombinácie preventívnych opatrení - ako je oseedný postup a základné obrábanie pôdy s kultúrnymi opatreniami - ako napr. zlepšenie výživy rastlín (Bond and Grundy 2001).

Mechanická kontrola burín. Orba pluhom a obrábanie strniska je významnou súčasťou stratégie manažmentu burín. Je všeobecne akceptované, že orba pluhom preukazne znižuje zaburinenosť trvácich burín. Jej účinnosť sa zvyšuje s hĺbkou orby. Dobrým príkladom sú výsledky pokusov Brandsæter et al. (2011), ktorí zistili až 50% zníženie zaburinenosti *E. repens* pri hĺbke orby 0,25 m v porovnaní s plytkou orbou do hĺbky 0,15 m. Podobne mechanická kultivácia strniska významne zvyšuje efektívnosť celého manažmentu burín (Brandsæter et al. 2017). Podľa horeuvedených zistení bola na sledovaných poliach zvolené vhodné mechanické zásahy do pôdy vzhľadom na podmienky prostredia a agronomickú prax.

Po zbere obilnín a repky ozimnej bolo strnisko ošetrené tanierovým náradím a potom nasledovala stredná orba. Pri pestovaní kukurice a slnečnice bola použitá hlboká orba okrem poľa 3

– Nad rybníkom v roku 2009 keď po slnečnici kedy bola pôda oraná len do hĺbky do 0,2 m. Hĺbka orby dostatočne zasiahla profil prekorenenia *E. repens*, pretože dominantná časť *E. repens* je umiestnená do hĺbky 0,2 m (Melander et al., 2013). Naproti tomu tanierovanie strniska iba čiastočne vykorení a hlavne rozreže korene na segmenty a ich veľkosť priamo ovplyvňuje účinnosť aplikovaných herbicídov (Mikulka, 2014).

Časová dynamika infestácie *E. repens* ktorá bola sledovaná vždy na jar v následnej plodine indikuje komplexný efekt účinnosti zásahov proti *E. repens* (Obr. 1). Účelom vyhodnotenia 8 ročného časového radu bolo zhodnotiť úroveň kontroly *E. repens* v podmienkach intenzívneho pestovania. V prvom roku experiment neboli aplikované žiadne chemické látky na kontrolu *E. repens* bez ohľadu na úroveň zaburinenia. Za sledované obdobie 8 rokov, boli na honoch aplikované 4-5 postrekov proti trvácim burinám. Polia sa výrazne odlišovali počiatočným stupňom zaburinenia. Pole 3 – Nad rybníkom malo v roku 2007 silný výskyt *E. repens* na úrovni 16 výhonkov na m², pole 4 – Svoradov kríž malo nízky stupeň zaburinenia (4 výhonky pýru na m²) a pole 5 Pod železnicou bolo na dolnej hranici stredného stupňa zaburinenosti (4 výhonky n m²). V nasledujúcich rokoch bola herbicídna kontrola *E. repens* aplikovaná ak ostatné opatrenia neboli dostatočné a hustota infestácie *E. repens* na jar dosiahla hustotu 5-6 výhonkov. *Propoxycarbazone sodium* bol aplikovaný v druhej dekáde apríla v poraste ozimnej pšenice s veľmi dobrým výsledkom na poli č. 5 – Pod železnicou (viď prázdnu šípku pole č 3).

Vysoký podiel obilnín a kukurice ako aj nedostatok plodín s dobrou konkurenčnou schopnosťou proti pýru plazivému vytvárali predpoklad na možné šírenie pýru plazivého.

Hodnotené systémy pestovania v troch osevných postupoch mali absenciu dostatočne účinných opatrení v oblasti preventívnych opatrení (tržný osevný postup) kultúrnych opatrení (nízke zastúpenie konkurenčných plodín) a priamej kontroly (ošetrenie strniska kultúrnou orbou pluhom s predplúžkom nahradené tanierovaním), čo muselo byť kompenzovaná priamou kontrolou *E. repens* aplikáciou herbicídnu na báze *glyphosate* a *propoxykarbazone sodium*.

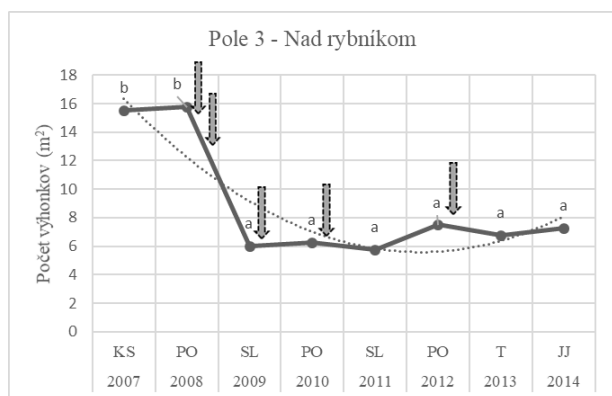
Herbicídy na báze *glyphosate* boli aplikované buď na jar alebo v medziporastovom období koniec augusta - až prvá dekáda novembra.

Viac ako 40% *glyphosate* sa používa v poraste plodín tolerantných na *glyphosate* ale v Európe sa spravidla aplikuje medzi dvomi plodinami alebo pred zberom plodiny (Soukup 2016).

Dopady klimatickej zmeny v podmienkach Slovenska začínajú zasahovať aj manažment herbicídnych opatrení. Nedostatok zrážok v auguste 2008 (mimoriadne podnormálny) a v auguste 2009 (silne podnormálny) spojený z nedostatočným rastom listovej plochy *E. repens* výrazne znížilo účinnosť herbicídnej aplikácie čo si vyžiadalo následnú aplikáciu v novembri (pole 3 a 5) alebo aplikáciu *glyphosate* hneď v nasledujúcom roku (pole 3 a 4).

Frekvencia počtu aplikácie herbicídov bola ovplyvnená nielen celkovou efektívnosťou manažmentových opatrení (kultúrne a preventívne metódy), ale často aj nevhodným načasovaním postreku. Z uvedeného dôvodu počet postrekov za sledované obdobie 8 rokov nemôže byť rozhodujúcim kritériom hodnotenia celkovej efektívnosti manažmentových opatrení.

Pri výraznej absencii kultúrnych spôsobov manažmentu burín (možnosti osevného postupu a zaradenie konkurencie schopných plodín) možno danú chemickú reguláciu považovať z pohľadu časovej dynamiky populačnej hustoty *E. repens* za dostatočnú. Vplyvy manažmentových opatrení sú zrejmé s časovej dynamiky zmien počtu *E. repens* v následnej plodine (Obr. 1). Možno pozorovať dočasný pokles aktuálnej zaburinenosti po tanierovaní a následnej jesennej orbe alebo po efektívnej aplikácii herbicídov. Časová dynamika hustoty *E. repens* na poli č. 3 Nad rybníkom bola veľmi špecifická, pretože dvojité aplikácie *glyphosate* v 28 augusta a 7 novembra 2008 kompletne zmenila trend zaburinenosti.

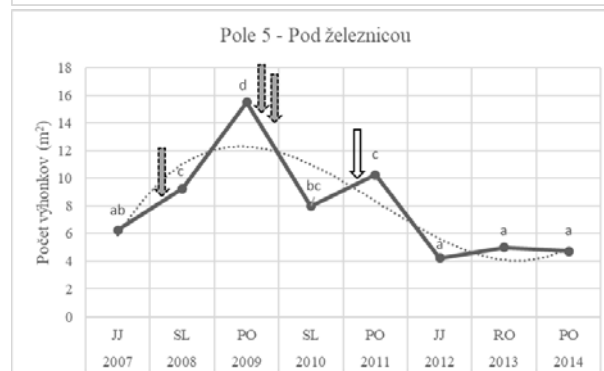
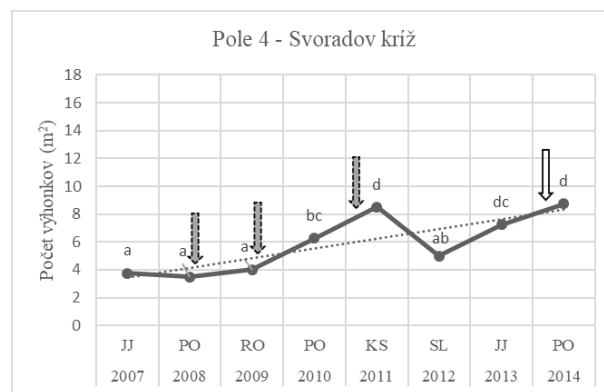


zvýšenie zaburinenosti *E. repens* v následnej plodine keď po zbere nebol aplikovaný herbicíd proti trvácim burinám. Výrazné preukazné zvýšenie hustoty výhonkov *E. repens* v následnej plodine pestovanej po slnečnici ročnej sme zaznamenali na poliach č. 4 – Svoradov kríž v pestovateľských ročníkoch 2012/2013 a na poli č. 5 – Pod železnicou v pestovateľských ročníkoch 2008/2009. Vo všeobecnosti možno súhlasiť so závermi Rasmussena a et al. (2012), že menšia konkurenčná schopnosť plodín a mechanická

fragmentácia rizómov bez následného vyčerpania fragmentov podporila populačný rast *E. repens* v intenzívnom pestovateľskom systéme. Dynamika zmien populačnej hustoty *E. repens* odrážala komplexný efekt súboru manažmentových opatrení na reguláciu zaburinenosti trvácich burín v podmienkach intenzívneho osevného postupu s nedostatkom plodín ktoré by dostatočne potlačalo proliferáciu plytko koreniacej buriny ktorou *E. repens* je.

Pri hodnotení vývoja zaburinenosti má významnú úlohu aj predplodina (Rasmussen et al., 2014). Z obilnín prejavil najmenšiu konkurenčnú schopnosť jačmeň jarný, ale na druhej strane z osevného sledu štyroch po sebe pestovaných obilnín na poli č. 4 – Svoradov kríž (jačmeň jarný – pšenica ozimná - - až ozimná - pšenica ozimná) je zrejmé, že zaburinenosť sa zvyšovala bez ohľadu na pestovanú obilninu.

Po pestovaní slnečnice sme zaznamenali



Obrázok 1. Dynamika zmien populačnej hustoty *E. repens*, KS - kukurica na siláž, PO - pšenica ozimná, SL – slnečnica ročná, T – tekvica, JJ – jačmeň jarný, RO – repka ozimná,

ZÁVER

Na základe komplexného hodnotenia vplyvu manažmentových opatrení na reguláciu *E. repens*, vrátane efektu preventívnych a kultúrnych metód regulácie zaburinenosti možno urobiť nasledovné zovšeobecnenia.

- o Pri hodnotení konkurenčnej schopnosti plodín oproti *E. repens* nemožno brať do úvahy iba konkurenciu plodín, ale aj aplikovateľnosť manažmentových opatrení pri danej plodine, ako aj ich schopnosť prerušiť resp. obmedziť rozširovanie vegetatívnych propagúl nachádzajúcich sa v orničnej vrstve.
- o Zaradenie repky ozimnej pri danom manažmente burín znižoval populačnú hustotu *E. repens* v následnej plodine, naopak pestovaním slnečnice ročnej sa hustota zaburinenosti *E. repens* v následnej plodine zvyšovala.
- o Popri priamej herbicídnej kontrole je nevyhnutnou súčasťou udržateľnej kontroly burín aj kultivačná stratégia založená na kultivácii strniska resp. letného úhoru v nadväznosti na jesennú orbu.
- o V osevných postupoch s vysokým podielom obilnín a kukurice a s nízkym podielom konkurenčných plodín je podmienkou udržateľnej regulácie zaburinenosti

poli *E. repens* uplatňovanie dostatočného súboru preventívnych, kultúrnych a priamych metód regulácie.

LITERATÚRA

- ARONSSON. H., RINGSSELLE, B.ANDERSSON, L., BERGKVIST, G. 2015: Combining mechanical control of couch grass (*Elymus repens* L.) with reduced tillage in early autumn and cover crops to decrease nitrogen and phosphorus leaching. In: *Nutr Cycl Agroecosyst*, roč. 102, s. 383–396
- ASKEGAARD, M. 2017: *Crop rotation and its ability to suppress perennial weeds*. Issuing Organisation(s): SEGES P/S. OK-Net Arable Practice abstract, no. 038. (2017). Available at <http://orgprints.org/31053/>
- BOND, W., GRUNDY, A.C., 2001: Non-chemical weed management in organic farming systems. In: *Weed Research*, roč. 41, č. 5, s. 383-405.
- BRANDSÆTER, L.O., BAKKEN, A.K., MANGERUD, K., RILEY, H., ELTUN, R., FYKSE, H., 2011: Effects of tractor weight, wheel placement and depth of mouldboard ploughing on the infestation with perennial weeds in organic farmed cereals. In: *Eur. J. Agron.*, roč. 34, s.239 - 246.
- BRANDSÆTER, L.O., MANGERUD, K., HELGHEIM, M., BERGE, T.W. 2017: Control of perennial weeds in spring cereals through stubble cultivation and mouldboard ploughing during autumn or spring. In: *Crop Protection*, roč.98, s.16-23
- GNANAVEL, I, NATARAJAN S.K., 2014: Eco-friendly weed control options for sustainable agriculture – a review, In: *Agri. Review*, roč. 35, č. 3, s. 172-183 doi:10.5958/0976-0741.2014.00904.0
- MIKULKA, J. 2014: Biology and Control of Couch grass (*Elytrigia repens*) in Sugar Beet. In: *LCAŘ*, roč. 130, č. 2, s. 64-68.
- SOUKUP, J. 2016: Glyphosate use facts and myths in current debate, impact on weed communities and environment. In: Book of Abstracts. *10th Weed Science Congress*. s. 21-22. 21-23 September 2016, Vrdnik, Serbia. Published by Serbian Weed Science Society, ISBN 978-86-911965-3-0
- TÝR, Š., VEREŠ, T. 2012: Top 10 of the most dangerous weed species in maize stands in the Slovak Republic in the years 2000-2010. In: *Research Journal of Agricultural Science*, roč. 44, č. 2, p. 104-107
- TYŠER, L., HOLEC, J., 2004: Evaluation of the weed composition of agrophytocenoses in selected agricultural regions of the Czech Republic. In: *Journal of Plant Diseases and Protection*, Sonderheft XIX, s. 209-214
- MACÁK, M., ŽÁK, Š., DJALOVIC, I., SZOMBATHOVÁ, N., 2008. The influence of an ecological and low input systems on weed density, weed diversity and weed competition on spring barley. In: *Journal of Plant Diseases and Protection*, sp. Issue XXI, s. 425-430.
- MARSHALL, E.J.P. 1988: Field-scale estimates of grass weed populations in arable land. In: *Weed Res.*, roč 28, č. 3, s. 191-198.
- MELANDER B, NØRREMARK, M., KRISTENSEN, E.F. 2013: Combining mechanical rhizome removal and cover crops for *Elytrigia repens* control in organic barley systems. In: *Weed Research*, roč. 53, s. 461–469.
- SMATANA J., MACÁK M. 2014: Weed infestation dynamics of winter wheat fields in south western Slovakia. In: *Research Journal of Agricultural Science*, roč.46, č. 2, s. 338-344.
- VEREŠ, T., TÝR, Š. 2011: Top 10 of the most dangerous weed species in the spring barley canopies during the last decade in the Slovak Republic. In *Research journal of agricultural science*. roč. 43, č. 2, s. 119-122.

Adresa autorov: doc. Dr. Ing. Milan Macák, Katedra udržateľného poľnohospodárstva a herbológie, FAPZ, SPU v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail milan.macak@uniag.sk
Ing. Jozef Smatana, PhD., Katedra udržateľného poľnohospodárstva a herbológie, FAPZ, SPU v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail jozef.smatana@uniag.sk
doc.Ing. Miroslav Habán, PhD., Katedra udržateľného poľnohospodárstva a herbológie, FAPZ, SPU v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail miroslav.haban@uniag.sk

ZDRAVOTNÝ STAV NOVOŠLAHTENÝCH LÍNIÍ PŠENICE OZIMNEJ V ROKU 2017

The health condition of the new breeding winter wheat lines in the year 2017.

MIROSLAVA HRDLICOVÁ¹ – DARINA MUCHOVÁ²

¹NPPC – VÚRV Piešťany, Oddelenie aplikovanej biológie a genetiky

²NPPC – VÚRV Piešťany, VŠS Malý Šariš

The new breeding lines of winter wheat were evaluated in the field conditions in RIPP Piešťany, Malý Šariš and Viglaš Pstruša in the year 2017. The infestation of leaf area was estimated approximately in 10 days intervals. The leaf area affected by the powdery mildew and leaf rust were evaluated by the point scale 1-9 (9-without infestation). The data obtained from the field experiments were used for evaluating of resistance against powdery mildew and leaf rust, and the values of area under disease-progress curve- AUDPC were calculated. The obtained data were evaluated by analysis of variance and LSD test with statistical programme Statgraphics Centurion XVI.II. With regard to the different reactions, the most resistant line cannot be determined. On the other side, the lines with lowest resistance during the period were the lines GK 370 and MS 1000. The genotypes with satisfactory resistance are potentially useful in a continuous process of creating new varieties well adapted to growing conditions in Slovakia.

Key words: winter wheat, new breeding lines, fungal diseases, powdery mildew, leaf rust

ÚVOD

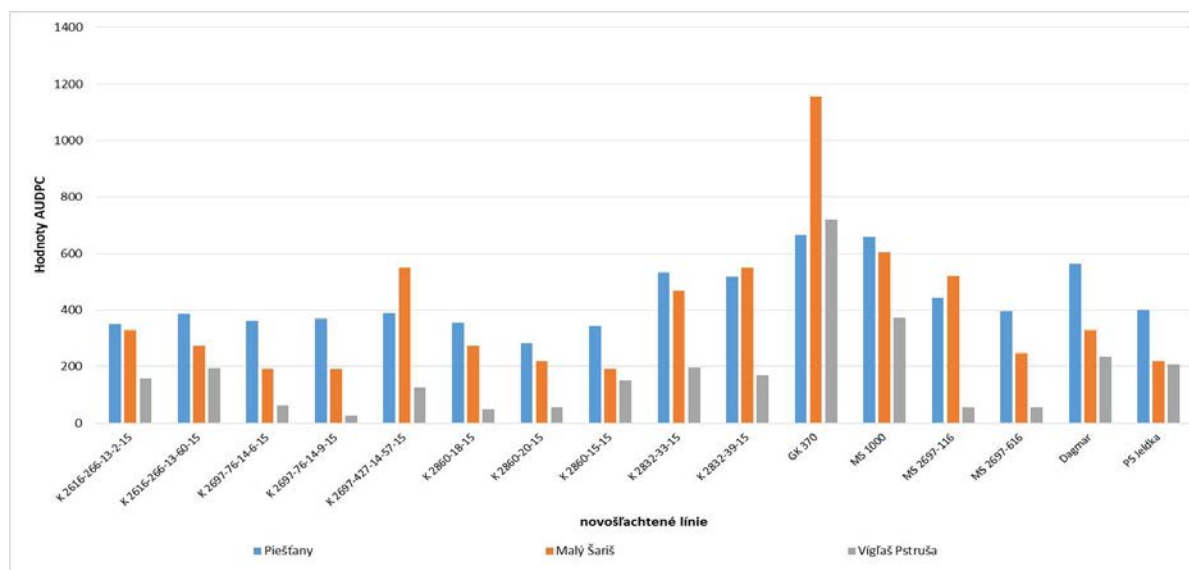
Pšenica je hexaploidná, jednoročná, samoopelivá a celosvetovo rozšírená plodina. S neustále narastajúcou hustotou populácie, vzrastá aj dopyt po pšenici. Avšak potenciál zvyšovania ornej pôdy je celosvetovo limitovaný, preto sa zvýšenie produkcie pšenice musí dosiahnuť zvýšením produktivity už využívanej pôdy. Väčšina programov zameraných na šľachtenie sa sústreďuje na dosiahnutie vhodných agronomických vlastností ako vysokej a stabilnej úrody, prvotriednej kvality konečného výrobku a pod. Aj keď je prakticky nemožné spojiť tieto vlastnosti do jednej perfektnej odrody, úsilie šľachtiteľov o dosiahnutie týchto vlastností zabezpečí, že nové odrody budú mať toľko žiadúcich a ekonomických vlastností koľko bude možných (Mergoum *et al.*, 2009).

MATERIÁL A METÓDY

V roku 2017 boli v poľných podmienkach NPPC-VÚRV Piešťany, NPPC-VŠS Malý Šariš a NPPC-VŠS Viglaš Pstruša hodnotené novošľachtené línie pšenice ozimnej. Odrody boli vysievané sejačkou na parcelkách o veľkosti 1m² v náhodne usporiadaných blokoch, vždy v dvoch opakovaníach. Po výseve boli pokusné plochy ošetrené herbicídmi. Viaczložkové hnojivá (NPK a LAV) boli aplikované pred sejbou a počas vegetácie podľa rozboru pôdy. Herbicídy boli aplikované v prípade potreby podľa agrotechnických termínov. V prípade potreby boli použité insekticídne prípravky. Napadnutie listovej plochy bolo hodnotené približne v 10-dňových intervaloch. Plocha napadnutia múčnatkou trávovou a hrdzou pšenicovou bola hodnotená bodovou stupnicou 1–9 (9- bez napadnutia) podľa Babajanca (Babajanc 1988). Údaje plochy napadnutia získané z poľných hodnotení sa použili na hodnotenie odolnosti voči múčnatke trávovej a vypočítali sa hodnoty plochy pod krivkou rozvoja choroby- AUDPC (area under disease-progress curve) podľa Broers *et al.* (1996). Získané hodnoty plochy napadnutia boli vyhodnocované analýzou rozptylu a LSD testom štatistickým programom Statgraphics Centurion XVI.II.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Výsledky hodnotenia pojednávajú o nešpecifickej odolnosti 14 novošľachtených línií a 2 kontrolných odrôd pšenice ozimnej. Úroveň napadnutia línií múčnatkou trávovou bola na sledovaných lokalitách rozdielna (Obr. 1).



Obrázok 1. Intenzita výskytu patogéna *Blumeria graminis* f.sp. *tritici* na novošľachtených liniách pšenice ozimnej v roku 2017

Najsilnejšia infekcia bola pozorovaná na lokalite Piešťany (AUDPC=439). O niečo slabšie bola napadnutá lokalita Malý Šariš (AUDPC=395) a najslabší infekčný tlak patogéna bol na lokalite Víglaš Pstruša (AUDPC=177). Najodolnejšia línia sa z výsledkov pozorovaní jednoznačne určiť nedá. Naopak, najcitlivejšie na napadnutie múčnatkou na všetkých troch lokalitách reagovali línie GK 370 a MS 1000, ktoré boli náchylnejšie než obe kontrolné odrody. Na lokalite Piešťany sa hodnoty AUDPC pohybovali od 283 (K 2860-20-15) do 666 (GK 370), na lokalite Malý Šariš bolo rozpätie hodnôt od 192 (K 2697-76-14-6-15) do 1155 (GK 370) a na lokalite Víglaš Pstruša boli hodnoty AUDPC od 27 (K 2697-76-14-9-15) do 720 (GK 370). Odolnosť odrôd bola posudzovaná na základe AUDPC hodnôt aj štatisticky. Analýzou variancie boli zistené štatisticky významné rozdiely ako v odolnosti jednotlivých odrôd tak aj medzi jednotlivými lokalitami a opakovaniami (Tab.1).

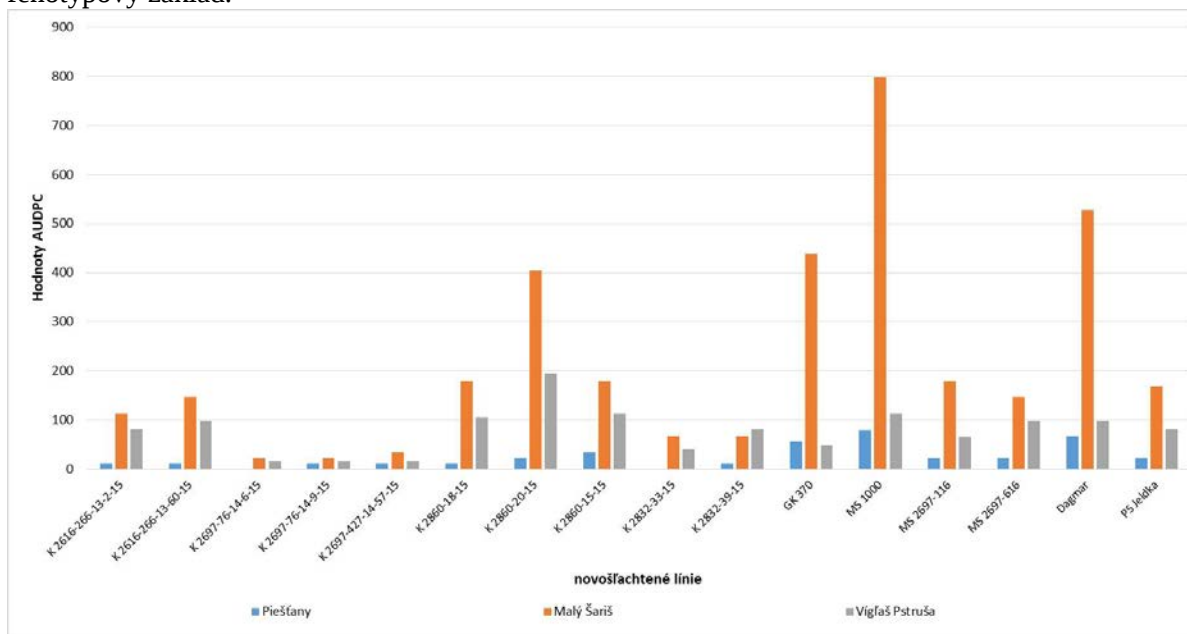
Tabuľka 1: Analýza variancie novošľachtených línií pšenice ozimnej na napadnutie múčnatkou trávovou v roku

Zdroj premenlivosti	Suma štvorcov	Stupne voľnosti	Priemerné štvorce	F-pomer	P-hodnota
A:Lokalita	1,25754E6	2	628772,	127,43	0,0000
B:Genotyp	2,51522E6	15	167681,	33,98	0,0000
C:Opakovanie	23283,1	1	23283,1	4,72	0,0379
INTERAKCIE					
AB	628444,	30	20948,1	4,25	0,0001
AC	12314,6	2	6157,31	1,25	0,3016
BC	22794,4	15	1519,63	0,31	0,9905
REZIDUÁ	148026,	30	4934,18		
SÚHRN	4,60762E6	95			

2017

Na Slovensku sa múčnatke trávovej na pšenici venovali hlavne Bojnanská, Švec či Mikulová (Švec *et al.* 2002, 2003; Mikulová *et al.* 2008; Bojnanská 2009; Bojnanská *et al.* 2012). Ich práce riešili otázky nešpecifickej rezistencie, ale ja identifikáciu génov špecifickej rezistencie. Používanie odolných kultivarov je účinný, ekonomický a ekologicky bezpečný prístup k eliminácii používania fungicídov a k zníženiu produkčných strát spôsobených chorobami. Nakoľko však gény rezistencie majú tendenciu stať sa vplyvom častých zmien v populácii patogéna a behom krátkej doby neefektívnymi, je potrebné hľadať nové zdroje odolnosti a využívať dostupné gény v kombináciách ktoré zabezpečia účinnú a dlhodobú odolnosť (Perugini *et al.* 2008). Slabá stálosť rasovo špecifickej rezistencie však v mnohých prípadoch vedie k názoru, že nešpecifická rezistencia prináša uspokojivejšiu odolnosť voči chorobám a to aj bez použitia pesticídov (Keller *et al.* 1999). Šľachtenie

na túto kvantitatívnu rezistenciu je schodnejšia cesta, avšak je pomerne náročné nájsť vhodný fenotypový základ.



Obrázok 2. Intenzita výskytu patogéna *Puccinia recondita* na novošľachtených líniách pšenice ozimnej v roku 2017

Pri výskyte a napadnutí línií hrdzou pšenicovou možno nájsť určité spoločné črty novošľachtencov (Obr.2). Najsilnejší tlak patogéna bol na lokalite Malý Šariš (AUDPC=218) a najslabšia infekcia zase na lokalite Piešťany (AUDPC=24). Vo Vígľaši Pstruši bola priemerná hodnota napadnutia na úrovni 79 hodnoty AUDPC. Pri pohľade na reakcie jednotlivých línií, možno pozorovať zhodu v reakciách línií K 2697-76-14-6-15, K 2697-76-14-9-15, K 2697-427-14-57-15 a K 2832-33-15, ktoré patrili medzi najodolnejšie línie na všetkých troch lokalitách. Na lokalite Vígľaš Pstruša odolne reagovala aj línia GK 370, zatiaľ čo na ostatných dvoch lokalitách patrila k líniam so zvýšenou citlivosťou. Najvyššie hodnoty AUDPC, čiže najslabšiu odolnosť preukázali na všetkých lokalitách podobne línie MS 1000, kontrolná odroda Dagmar. Rozdiely medzi hodnotami AUDPC boli zistené pomocou LSD testu s hladinou významnosti $P \leq 0,05$. Analýzou variancie boli zistené štatisticky významné rozdiely v odolnosti jednotlivých odrôd aj medzi jednotlivými lokalitami, nie však medzi opakovaniami (Tab.2).

Zdroj premenlivosti	Suma štvorcov	Stupne voľnosti	Priemerné štvorce	F-pomer	P-hodnota
A:Lokalita	640956,	2	320478,	393,89	0,0000
A:Genotyp	698082,	15	46538,8	57,20	0,0000
B:Opakovanie	23,5026	1	23,5026	0,03	0,8662
INTERAKCIE					
AB	785067,	30	26168,9	32,16	0,0000

Tabuľka 2. Analýza variancie novošľachtených línií pšenice ozimnej na napadnutie hrdzou pšenicovou v roku 2017

AC	2384,9	2	1192,45	1,47	0,2470
BC	15440,6	15	1029,37	1,27	0,2823
REZIDUÁ	24408,9	30	813,628		
SÚHRN	2,16636E6	95			

ZÁVER

V roku 2017 bola na lokalite NPPC-VÚRV Piešťany, NPPC-VŠS Malý Šariš a NPPC-VŠS Víglaš Pstruša hodnotená odolnosť novošľachtených línií pšenice ozimnej. Sledovaný bol výskyt múčnatky trávovej a hrdze pšenicovej, nakoľko výskyt ostatných patogénov nebol z hľadiska ich prevalencie výraznejšie signifikantný. Odolnosť genotypov je teda daná ako charakterom a genetickým pozadím jednotlivých odrôd, tak je do výraznej miery ovplyvnená aj charakterom ročníka. Genotypy s vyhovujúcou odolnosťou sú potencionálne vhodné do kontinuálneho procesu tvorby nových odrôd dobre adaptovaných pre pestovateľské podmienky Slovenska.

Podakovanie: Štúdia vznikla vďaka podpore MPRZ SR v rámci projektu VINORAP „Vývoj a inovácie primárnej rastlinnej produkcie pre zabezpečenie bezpečnosti potravín, udržateľného poľnohospodárstva a zníženia zaťaženia životného prostredia“.

LITERATÚRA

BABAJANC, I. 1988: Metody selekcie i ocenki ustojčivosti pšenici i jačmenja k boleznjam v stranach- členach, 1988, SEV. Praha, p. 321.

BOJNANSKÁ, K. 2009: Resistance and genes of resistance against powdery mildew of selected wheat genetic resources. In: *Agriculture (Poľnohospodárstvo)*, vol. 55, no. 1, p. 42 – 48, ISSN 1338-4376.

BOJNANSKÁ, K., ROHÁČIK, T., KRIŽANOVÁ, K. *et al.* 2012: The resistance of new genotypes of wheat to powdery mildew. In: *Acta fytotechnica et zootechnica- special number*, p. 1 – 4, ISSN 1336-9245

BROERS, L.H.M., CUESTA SUBIAS, X., LÓPEZ ATILANO, R.M. 199: Field assessment of quantitative resistance to yellow rust in ten spring bread wheat cultivars. In: *Euphytica*, vol. 90, no. 1, pp. 9 – 16, ISSN 1573-5060.

KELLER, M., KELLER, B., SCHACHERMAYR, G. *et al.* 1999: Quantitative trait loci for resistance against powdery mildew in a segre-gatingwheat x spelt population. In: *Theoretical and Applied Genetics*, vol. 98, no. 6–7, p. 903 – 912, ISSN 1432-2242.

MERGOUN, M. *et al.*, 2009: Spring wheat breeding. In: Carena, M. J., 2009: Cereals: Handbook of plant breeding. Springer Science+Business Media, 2009, 425 pp., ISBN 978-0-387-72294-8

MIKULOVÁ, K., BOJNANSKÁ, K., ČERVENÁ, V. 2008: Assessment of partial resistance to powdery mildew in hexaploid wheat genotypes. In: *Biologia*, vol. 63, no. 4, p. 477 – 481, ISSN 0006-3088.

PERUGINI, L., MURPHY, J.P., MARSHALL, D. *et al.* 2008: Pm37, a new broadly effective powdery mildew resistance gene from *Triticum timopheevii*. In: *Theoretical and Applied Genetics*, vol. 116, no. 3, p. 417 – 425, ISSN 1432-2242.

ŠVEC, M., SZUNICS, L., MIKLOVIČOVÁ, M. *et al.* 2002: Identification of Genes for Resistance to Wheat Powdery Mildew in Hungarian, Polish and Slovak Wheat Cultivars. In: *Plant protection science*, vol. 38, no. 2, p. 64 – 72, ISSN 1805-9341.

ŠVEC, M., NAGYOVÁ, K., MIKLOVIČOVÁ, M. *et al.* 2003: Odrody pšenice TAM 110-akumulátor génov rezistencie. In: Hodnotenie genetických zdrojov rastlín. Zborník z 3. odborného seminára, Piešťany: VÚRV, 2003, p. 87 – 89.

Adresa autora: RNDr. Miroslava Hrdlicová, PhD.; RNDr. Darina Muchová, PhD., NPPC - VÚRV, Bratislavská cesta 122, 921 68, Piešťany, hrdlicova@vurv.sk, muchova@vurv.sk

VPLYV BAKTERIÁLNEJ INOKULÁCIE PÔDY NA ÚRODU A STAV PORASTOV PŠENICE LETNEJ F. OZIMNEJ

Effect of soil bacteria inoculation on grain yield and canopy development of winter wheat

KATARÍNA HRČKOVÁ

NPPC-VÚRV Piešťany

Management of nitrogen sources in agriculture is the basic tool for successful production. Nitrogen fixing bacteria are perspective way how to decrease additional nutrient inputs into agroecosystem with the preservation soil potential for high grain yield. Inoculant based on Azotobacter spp., Bacillus megaterium a Rhizobium spp. was applied on winter wheat. Aim of this study was to evaluate positive or negative changes of winter wheat yield components and the leaf area in context of various sources of nitrogen supply for plants. Single application of soil bacteria on the winter wheat seeds was insufficient from the point of view of final grain yield. Combination of seed inoculation and later application of additional nitrogen increased the grain yield significantly. In final, this strategy was statistically equal to one with full nitrogen supply based on artificial fertilizer.

Key words: *Azotobacter spp., grain yield, inoculant, SPAD index, winter wheat*

ÚVOD

Výživový stav porastu patrí medzi dôležité faktory, ktoré ovplyvňujú produkčný proces pšenice. Listy, ako hlavný orgán pre tvorbu asimilátov, citlivo reagujú na deficit N predčasným starnutím a odumieraním. Stav listového aparátu a dĺžka jeho trvania sa v kľúčovej miere podieľajú na tvorbe úrody. Manažment dusíka a jeho zdrojov v agroekosystéme patrí k základným nástrojom, ktorými je možné túto problematiku ovplyvniť.

Metódy pre stanovenie výživového stavu z hľadiska N sú rôzne. Neinvazívne, nízkonákladové a pomerne časovo nenáročné je použitie chlorofyl metra, ktorý meria tzv. „green index“ listov (GI). Je založený na silnej korelácii medzi obsahom chlorofylu v listoch a koncentrácii N v pletivách (Giletto 2010). Jednotlivé merania chlorofyl metrom môžu byť veľmi zavádzajúce, nakoľko GI je ovplyvnený mnohými faktormi (odroda, rastová fáza, pozícia vybraného listu na rastline, pôdne vlastnosti, deficit iných prvkov ako N, listové choroby, environmentálne podmienky – teplota, dostupnosť vody a iné) a nemusí potom vypovedať o skutočnom stave N v rastlinách. Pre posúdenie stavu porastov je vhodnejšie použiť tzv. SPAD index, ktorý je vyjadrený ako pomer hodnoty GI testovaného variantu a GI referenčného variantu bez N stresu (Prost 2007).

Cieľom pokusu bolo zhodnotiť pozitívne alebo negatívne zmeny úrodotvorných prvkov a listového aparátu pšenice ozimnej pri zabezpečení dusíkatej výživy rastlín na základe pôsobenia pôdnych baktérií fixujúcich vzdušný dusík.

MATERIÁL A METÓDY

Problematika bola riešená na základe výsledkov poľného pokusu, ktorý prebiehal v rokoch 2012 – 2014 na Výskumnom pracovisku NPPC - VÚRV v Borovciach. Cieľovou plodinou bola pšenica letná f. ozimná, odroda Víglanka. Podľa agrochemického rozboru pôdy bola na pokusnej lokalite zásoba prijateľného fosforu a draslíka v prvom roku vysoká, hnojenie týmito prvkami sa preto nerealizovalo. V druhom pokusnom roku bol pred sejbou aplikovaný draslík vo forme 50% draselnej soli v dávke 105 kg.ha⁻¹. Obsah fosforu v pôde bol opäť vysoký. Prehľad hnojenia N (LAV 27%) pre jednotlivé varianty uvádza tabuľka 1. Regeneračné hnojenie N bolo aplikované 6.3.2013 a 27.2.2014, produkčné hnojenie 28.5.2013 a 6.5.2014. Insekticídna ochrana rastlín nebola realizovaná. Prehľad aplikácií ostatných prípravkov na ochranu rastlín uvádza tabuľka 2. Pokus prebiehal v podmienkach bez závlahy. Spracovanie pôdy bolo konvenčné, s hlbokou jesennou orbou. Pred sejbou bol upravený povrch pôdy smykmi, zapracované hnojivá a pôda bola spracovaná kompaktorom. Sejba bola realizovaná 22.10.2012 a 9.10.2013 s výsevom 5 MKS.

Pokus bol založený metódou znáhodnených blokov v troch opakovaníach. Veľkosť zberovej plochy parcely bola 30 m². Prehľad variantov z hľadiska N výživy uvádza tabuľka 1.

Použitý inokulant je založený na báze pôdných baktérií *Azotobacter spp.*, *Bacillus megaterium* a *Rhizobium spp.* Bol aplikovaný v práškovej forme v príslušných variantoch priamo na osivo tesne pred sejbou. Kontrolné varianty neboli inokulované. *Azotobacter spp.* je nesymbiotický fixátor vzdušného dusíka. *Bacillus megaterium* svojou činnosťou rozpúšťa fosfor zo zlúčenín, kde je pevne viazaný a sprístupňuje ho tým pre rastliny.

Výživový stav porastov bol hodnotený pomocou ukazovateľa SPAD index, ktorý je definovaný ako pomer SPAD hodnôt testovaného variantu k referenčnému (1). Za referenčný sa považuje taký variant, ktorý netrpí deficitom N výživy (Prost, 2007). V predmetnom pokuse bol ako referenčný stanovený variant 3 s dávkou 115 kg.ha⁻¹ N. Nedeštruktívne merania na pokusných parcelách boli vykonané chlorofyl metrom (SPAD 502; Minolta, Japonsko) vždy na rovnakom mieste a rovnakú dennú hodinu na vľajkovom liste produktívnej odnože. Priemerná hodnota každého merania zahŕňa 30 odnoží.

$$SPAD\ index = \frac{SPAD\ test}{SPAD\ ref} * 100\ \% \quad (1)$$

Namerané údaje boli štatisticky vyhodnotené v programe Statgraphics Centurion XVI metódou mnohonásobnej analýzy rozptylu. Rozdiely priemerov boli porovnané pomocou Tukey HSD testu ($P < 0,05$).

Tabuľka 1: Hnojenie N - dávky čistých živín (kg.ha⁻¹)

Variant	Pred sejbou	Regeneračné	Produkčné
1. Kontrola nehnojená	0	0	0
2. Inokulant – čistý	0	0	0
3. Kontrola hnojená	30	40	45
4. Inokulant - dohnojený	0	0	45

Tabuľka 2. Ošetrovanie rastlín

Dátum	Typ ošetrovania	Prípravok	Dávka
19.4.2013	Herbicídne	Mustang + Lontrel 300	0,6 l.ha ⁻¹ + 0,3 l.ha ⁻¹
10.5.2013	Fungicídne	Falcon 460 EC	0,6 l.ha ⁻¹
28.2.2014	Herbicídne	Mustang + Lontrel 300	0,6 l.ha ⁻¹ + 0,3 l.ha ⁻¹
2.4.2014	Fungicídne	Capalo	1 l.ha ⁻¹

VÝSLEDKY A DISKUSIA

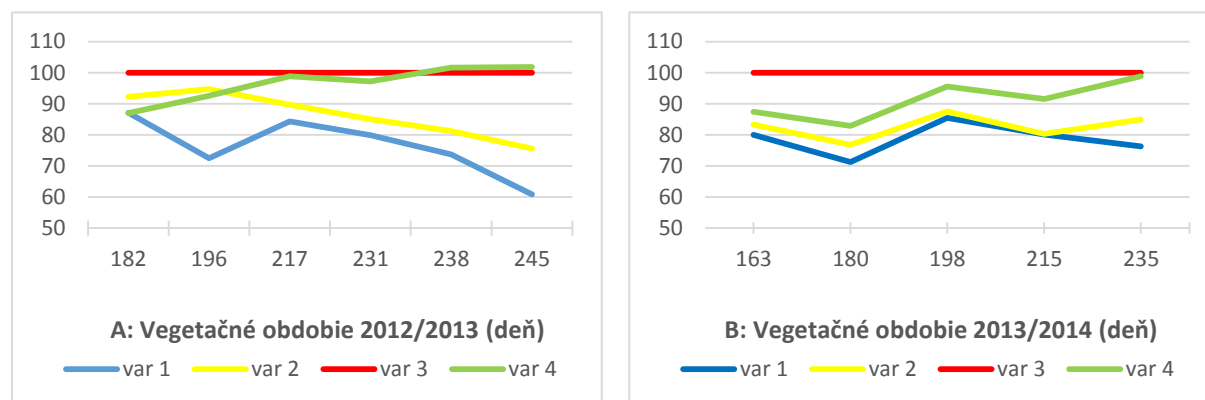
Počet vzídených rastlín a poľná vzhádzavosť počas sledovaného obdobia boli všeobecne veľmi nízke na všetkých sledovaných variantoch (tab. 3). Redukcia počtu rastlín počas zimného obdobia sa pohybovala v rozpätí 4,3 - 9,7 % s najväčším úbytkom na nehnojenej kontrole. Literatúra udáva optimálny počet rastlín v jarnom období v rozpätí 350-500 jedincov na 1m². V priemere pokusných rokov sa tento parameter nepodarilo vôbec dosiahnuť (306 ks.m⁻²). Priemerný počet prezimovaných rastlín nebol preukazne ovplyvnený výberom ošetrovania, ale výhodnejšie východiskové podmienky pre ďalší vývoj porastov boli paradoxne vytvorené na oboch variantoch bez aplikácie inokulantu. Počet rastlín pred zberom je daný zložitým komplexom vplyvov prostredia a súčasne zásahov človeka. Dôsledkom je redukcia počtu vzídených rastlín až na úroveň definitívneho stavu, ktorý je monitorovaný tesne pred zberom. Rozpätie naprieč ošetrovaniami bolo menšie ako v prípade predchádzajúcich inventarizácií rastlín s minimom 178 ks.m⁻² na nehnojenej kontrole a maximom 205 ks.m⁻² na dohnojenom inokulante. Rozdiely jednotlivých priemerov nemali štatistickú významnosť. Celková redukcia počtu rastlín od sejby po zber bola najvyššia v prípade nehnojenej kontroly. Úbytok rastlín predstavoval až 47,3 % (167 ks.m⁻²). Oba inokulované pokusné varianty aj variant bez N deficitu mali odolnejšie rastliny a redukcia počas vegetačného obdobia predstavovala 33,1 – 41,6 %. Komplexný mechanizmus pozitívneho pôsobenia rhizobiálnych baktérií nie je dosiaľ úplne preskúmaný. Hlavný benefit sledovaných rodov a druhov sa realizuje formou fixácie vzdušného dusíka a sprístupňovaním fosforu. Pridanou hodnotou inokulácie je produkcia fytohormónov, ktoré rôznymi spôsobmi pozitívne vplyvujú na rast koreňovej sústavy rastlín pšenice (Bahrani 2010). Lepšie vlastnosti koreňovej sústavy umožňujú potom lepšiu adaptáciu rastlín na rôzne typy stresových

podmienok pestovateľského prostredia, čo je dôležité hlavne v ranných štádiách tesne po založení porastov (Hrčková 2014).

Po sólovej aplikácii inokulantu (var. 2) a súčasnej absencii N vykazovali niektoré úrodovorné prvky prírastky (HTZ, počet a hmotnosť zŕn v klase), sumárny efekt však nebol dostatočný pre zvýšenie úrody. Oba varianty bez priemyselného N vykazovali signifikantne nižšie úrody hlavného produktu v porovnaní s plne hnojeným a dohnojovaným variantom. V súvislosti s intenzifikáciou vstupov do agroekosystému ukazoval detailnejší rozbor úrodovorných prvkov mierne zvýšenie priemerných hodnôt, ale nikdy nie jednoznačne dominantný prejav (tab. 4). Až synergický efekt čiastkových zlepšení jednotlivých parametrov v konečnom dôsledku vytvoril podmienky pre výrazne vyššiu úrodu zrna na týchto dvoch intenzívnych variantoch. Analogický trend publikuje Esmailpour a kol. (2013), ktorý zabezpečil signifikantný nárast úrody zrna pšenice inokuláciou *Azotobacter spp.*, pričom priemerné hodnoty jednotlivých úrodovorných prvkov nevykazovali štatisticky významné rozdiely. Cakmakci a i. (2014) v podobnej pokusnej schéme po sólovej aplikácii *Bacillus megaterium* publikoval malé a nesignifikantné navýšenie úrody zrna v prípade pšenice ozimnej a jačmeňa jarného.

Kombinácia inokulácie a dohnojovania anorganickým N z hľadiska štatistickej významnosti zabezpečila úrodu zrna na rovnakej úrovni ako aplikácia čisto anorganického dusíka v troch dávkach. Tento fakt predstavuje zásadný prínos z hľadiska časovej organizácie agronomických zásahov, kedy odpadá potreba dvoch aplikácií N hnojovania. Zároveň klesá riziko vyplavovania N, nakoľko práve tieto aplikácie sa realizujú v zraniteľnom období.

Dostupný N pre rastliny podmieňuje tvorbu úrody zrna. Obsah chlorofylu v listoch je indikátorom výživového stavu a kondície rastlín a do určitej miery umožňuje hovoriť o predikcii úrody, nakoľko koreluje s obsahom N v rastline zároveň so SPAD hodnotami získanými chlorofyl metrom (Debaeke 2006; Vári 2013). Prvotné hodnoty získané chlorofyl metrom boli v úzkom vzťahu s úrodou zrna. Z nich boli odvodené relatívne hodnoty v podobe SPAD indexu. S postupom meraní v čase klesali hodnoty SPAD indexu výraznejšie na nehnojennej kontrole (obr.1 - A, B). Bez akýchkoľvek zdrojov N vykazoval listový aparát skoré vizuálne známky starnutia v oboch rokoch. Sólová aplikácia inokulantu vykazovala podobnú krivku. Dohnojený inokulovaný variant si najmä ku koncu vegetačného obdobia zachovával zelenú a funkčnú listovú plochu bez známk predčasného starnutia tak, ako referenčný, plne hnojený variant bez známk N deficitu.



Obrázok 1. SPAD index (%) počas oboch pokusných rokov.

Tabuľka 3. Inventarizácia rastlín.

Variant	Počet vzídených rastlín (ks.m ⁻²)	Počet prezimovaných rastlín (ks.m ⁻²)	Počet rastlín pred zberom (ks.m ⁻²)	Celková redukcia (%)	Celková redukcia (ks.m ⁻²)
1. Kontrola nehnojená	345 ^a	323 ^a	178 ^a	47,3 ^a	167 ^a
2. Inokulant – čistý	299 ^a	281 ^a	196 ^a	33,1 ^a	103 ^a
3. Kontrola hnojená	345 ^a	313 ^a	203 ^a	41,6 ^a	146 ^a
4. Inokulant - dohnojený	319 ^a	306 ^a	205 ^a	35,3 ^a	115 ^a

Odlišné písmeno v stĺpci znamená štatisticky významný rozdiel na hladine P<0,05 (Tukey test)

Tabuľka 4. Úroda a úrodotvorné prvky.

Variant	Úroda zrna (t.ha ⁻¹)	HTZ (g)	Počet klasov pred zberom (ks.m ⁻²)	Počet zŕn v klase (ks)	Hmotnosť zŕn v klase (g)
1. Kontrola nehnojená	3,13 ^a	48,40 ^a	364 ^a	33,22 ^a	1,57 ^a
2. Inokulant – čistý	3,07 ^a	49,08 ^a	339 ^a	35,57 ^a	1,68 ^a
3. Kontrola hnojená	5,68 ^b	50,72 ^a	417 ^a	36,42 ^a	1,81 ^a
4. Inokulant - dohnojený	5,28 ^b	51,07 ^a	393 ^a	36,45 ^a	1,87 ^a

Odlišné písmeno v stĺpci znamená štatisticky významný rozdiel na hladine P<0,05 (Tukey test)

ZÁVER

- samotná inokulácia osiva rizobiálnymi baktériami nezabezpečila rastlinám pšenice vhodné podmienky z hľadiska dusíkatej výživy pre dosiahnutie prírastku úrody zrna
- kombinácia inokulantu a dohnojenia jednou dávkou N (45 kg.ha⁻¹) bola zo štatistického hľadiska rovnako účinná ako stratégia výživy, ktorá pokrývala nároky na N výlučne priemyselným N
- inokulácia pôdy baktériami má viaceré úskalia. Až úspešné prežitie a rozvoj introdukovanej populácie vytvára podmienky pre podporu rastlín a očakávaný benefit. Jednorazová aplikácia pravdepodobne nedokáže zabezpečiť dostatočný počet rizobiálnych baktérií pre prekonanie nepriaznivých podmienok počas vegetačného obdobia a opätovnú regeneráciu populácie tak, aby zabezpečovala očakávanú funkciu

Podakovanie: Táto práca vznikla vďaka podpore v rámci OP Výskum a vývoj pre projekt: Vývoj a inštalácia lyzimetrických zariadení pre racionálne hospodárenie na pôde v udržiavateľnej rastlinnej výrobe (ITMS 26220220191), spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

LITERATÚRA

- BAHRANI, A. 2010: Response of Winter Wheat to Co-Inoculation with Azotobacter and Arbuscular Mycorrhizal Fungi (AMF) under Different Sources of Nitrogen Fertilizer. In: *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.*, roč. 8, č. 1, s. 95 – 103
- CAKMAKCI, R., TURAN, M., GULLUCE, M., SAHIN, F. 2014: Rhizobacteria for reduced fertilizer inputs in wheat (*Triticum aestivum* spp. vulgare) and barley (*Hordeum vulgare*) on Aridisols in Turkey. In: *International Journal of Plant Production*, č. 8 (2), s. 163-182
- DEBAEKE, P., ROUET, P., JUSTES, E. 2006: Relationship Between the Normalized SPAD Index and the Nitrogen Nutrition Index: Application to Durum Wheat. In: *Journal of Plant Nutrition*, č. 29(1), s. 75-92
- ESMAILPOUR, A., HASSANZADEHDELOUEI, M., MADANI, A. 2013: Impact of livestock manure, nitrogen and biofertilizer (Azotobacter) on yield and yield components of wheat (*Triticum aestivum* L.). In: *Cercetări Agronomice în Moldova*, roč. 46, č. 2(154), s.5-15
- GILETTO, C.M., DÍAZ, C., RATTÍN, J.E., ECHEVERRÍA, H.E., CALDIZ, D.O. 2010: Green Index to estimate crop nitrogen status in potato processing varieties. In: *Chilean Journal of Agricultural Research*, č. 70/1, s. 142-149
- HRČKOVÁ, K. 2014: Alternatívna výživa pšenice. In: *Naše pole*, roč. 18, č.1, s. 20-21
- PROST, L., JEUFFROY, M.H. 2007: Replacing the nitrogen nutrition index by the chlorophyll meter to assess wheat N status. In: *Agron. Sustain. Dev.*, č.27, s. 321-330
- VÁRI, E. 2013: Growth and chlorophyll content dynamics of Winter Wheat (*Triticum aestivum* L.) in different cropyear. In: *Acta Agraria Debreceniensis*, č. 53, s. 101-106

Adresa autorov:

Ing. Katarína Hrčková, NPPC-VÚRV Piešťany, Bratislavská cesta 122, Piešťany 92168, hrckova@vuvv.sk,

ZDRAVOTNÝ STAV VYBRANÝCH REGISTROVANÝCH ODRÔD JAČMEŇA JARNÉHO V ROKOCH 2016- 2017

The health condition of selected spring barley registered varieties in the years 2016- 2017.

MIROSLAVA HRDLICOVÁ¹ – JOZEF GUBIŠ¹

¹NPPC –VÚRV Piešťany, Oddelenie aplikovanej biológie a genetiky

The registered varieties of spring barley were evaluated in field conditions in RIPP Piešťany during the years 2016 and 2017. The infestation of leaf area was estimated approximately in 10 days intervals. The area affected by pathogens were evaluated by point scale 1-9 (9-without infestation). The data obtained from field experiments were used for evaluating of resistance against powdery mildew and net blotch on barley, and the values of area under disease-progress curve- AUDPC were calculated. Genotypes with satisfactory resistance are potentially useful in a continuous process of creating new varieties well adapted to growing conditions in Slovakia.

Key words: spring barley, fungal diseases, powdery mildew, leaf spots, net blotch

ÚVOD

Jačmeň patrí k najstaršie kultúrne pestovanej plodine a obilnine s najväčším rozsahom produkčných plôch vo svete. Na Slovensku zastáva jačmeň v pestovanosti tretie miesto. Z celkovej osiatej plochy obilnín (757,8 tis. ha) zaberá zhruba 115 tis. ha, rozdelených medzi jačmeň jarný (81 tis. ha) a jačmeň ozimný (34 tis. ha) z čoho sa na sladovnícke účely pestuje približne 51 tis. ha (ŠÚ SR, 2016). Jačmeň sa považuje za nízko nákladovú plodinu, preto nie je používanie chemickej ochrany vždy finančne výhodné. Oveľa jednoduchšia a ekonomicky prijateľnejšia cesta je pestovanie rezistentných odrôd.

Cieľom práce bolo zhodnotiť odolnosť vybraných registrovaných odrôd jarného jačmeňa na napadnutie hubovými patogénmi v poľných podmienkach.

MATERIÁL A METÓDY

V rokoch 2016 a 2017 boli v poľných podmienkach NPPC-VÚRV Piešťany hodnotené registrované odrody jačmeňa jarného.

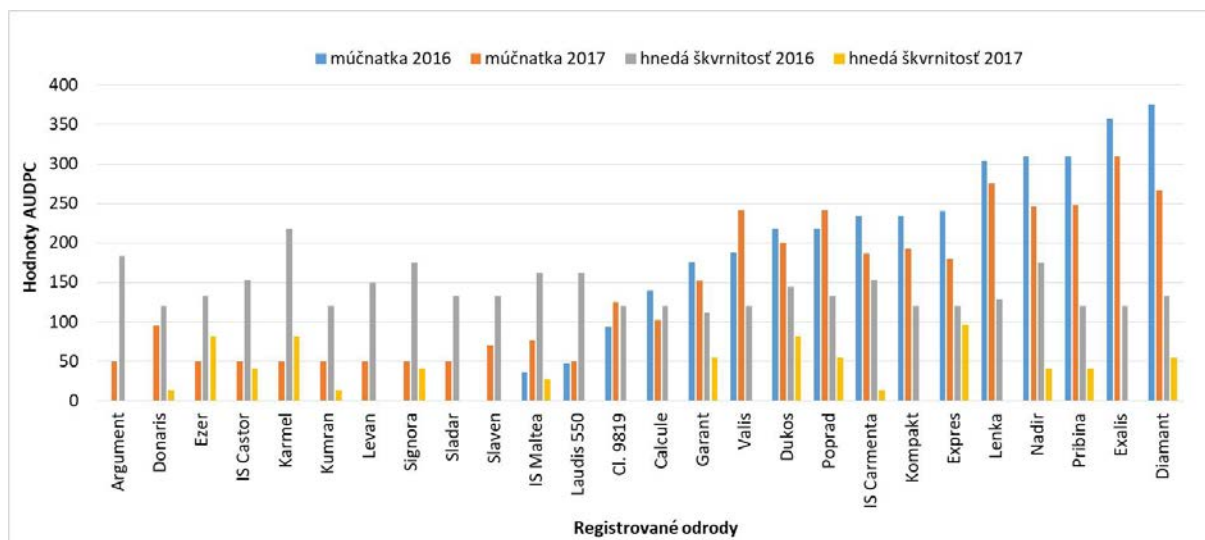
Lokalita VÚRV Piešťany sa nachádza v kukuričnej výrobnjej oblasti, pôdny typ černozem lužná, priemerná ročná teplota 9,2 °C, priemerné ročné zrážky 608 mm, nadmorská výška 163 metrov. Odrody boli vysievané sejačkou na parcelkách o veľkosti 1 m² v náhodne usporiadaných blokoch, vždy v dvoch opakovaniach. Pre zvýšenie infekčného tlaku patogénov boli do pokusov zaradené náchylné odrody Diamant, Dukos a Lenka. Po výseve boli pokusné plochy ošetrené herbicídmi. Viaczložkové hnojivá (NPK a LAV) boli aplikované pred sejbou a počas vegetácie podľa rozboru pôdy. Herbicídy boli aplikované v prípade potreby podľa agrotechnických termínov. V prípade potreby boli použité insekticídne prípravky. Napadnutie listovej plochy bolo hodnotené približne v desaťdňových intervaloch. Napadnutie plochy listovými patogénmi bolo hodnotené bodovou stupnicou 1–9 (9- bez napadnutia) podľa Babajanca (Babajanc, 1988). Údaje plochy napadnutia získané z poľných hodnotení sa použili na hodnotenie odolnosti a vypočítali sa hodnoty plochy pod krivkou rozvoja choroby- AUDPC (area under disease-progress curve) podľa Broers *et al.* (1996). Získané hodnoty napadnutia boli vyhodnocované analýzou rozptylu a LSD testom štatistickým programom Statgraphics Centurion XVI.II.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Poľná odolnosť voči múčnatke trávovej u súčasne pestovaných odrôd jačmeňa závisí od prítomnosti major génov, zastúpených génom *mlo*, ktorý zabezpečuje trvalú, nešpecifickú rezistenciu ale aj od prítomnosti génov špecifickej rezistencie (Jørgensen, 1994). Prvý výskyt múčnatky bol v roku 2016 zaznamenaný koncom mája a v roku 2017 už v prvej polovici mája. Registrované odrody majú zväčša dobrú odolnosť na múčnatku. Priemerná hodnota napadnutia múčnatkou na lokalite Piešťany bola v roku 2016 na úrovni 133 hodnoty AUDPC s rozpätím hodnôt od 0 do 375. K

najodolnejším odrodám v tomto roku patrili odrody Argument, Donaris, Ezer, IS Castor, Karmel, Kumran, Levan, Signora, Sladar a Slaven, všetky s hodnotami na úrovni veľmi vysokej rezistencie (AUDPC= 0). Naopak odrody s najslabšou odolnosťou voči múčnatke boli okrem kontrolnej odrody Diamant aj odrody Exalis (AUDPC= 375), Pribina a Nadir (AUDPC= 310). V roku 2017 bol infekčný tlak patogéna slabší, s priemernou hodnotou AUDPC=140. Hodnoty napadnutia varírovali od 49 do 309 AUDPC. Aj napriek slabšiemu infekčnému tlaku patogéna sú výsledky porovnateľné s predchádzajúcim rokom. Najodolnejšie odrody boli Argument, Ezer, IS Castor, Karmel, Kumran, Laudis 550, Levan, Signora, Sladar (AUDPC= 49). Najnižšiu úroveň odolnosti mala odroda Exalis (AUDPC= 309) a kontrolná odroda Lenka (AUDPC= 275). Všetky odrody patrili v oboch rokoch do kategórie odolnosť-veľmi vysoká odolnosť. Poradie odolnosti odrôd od odolnej po náchylnú za rok 2016 je nasledovné: Argument, Donaris, Ezer, IS Castor, Karmel, Kumran, Levan, Signora, Sladar, Slaven, IS Maltea, Laudis 550, CI. 9819, Calcule, Garant, Valis, Dukos, Poprad, IS Carmenta, Kompakt, Expres, Lenka, Nadir, Pribina, Exalis, Diamant (Obr. 1).

Problematike výskytu a šľachtenia na rezistenciu voči *P. teres* sa na Slovensku venovalo viacero autorov. Zdroje rezistencie boli identifikované u druhov *Hordeum spontaneum* a *Hordeum vulgare*, jej prenos do odrôd pestovaných v Európe však zatiaľ veľmi úspešný nebol. Dôvodom zmien v reakciách niektorých hodnotených odrôd môže byť aj fakt že sa populácia *P. teres* vyznačuje vysokou vnútrodruhovou variabilitou. Všetky hodnotené registrované odrody však majú na hnedú škvrnitosť zvýšenú citlivosť, okrem odrody CI. 9819, pôvodom z Etiópie, ktorá je na *P. teres* rezistentná. Na sledovanej lokalite sa v roku 2016 výskyt hnejdej škvrnitosti hodnotil v prvej polovici júna a v roku 2017 už koncom mája. Priemerné hodnoty AUDPC boli v hodnotených rokoch značne odlišné (AUDPC 2016= 140; AUDPC 2017= 28). V roku 2016 sa najodolnejšie prejavila odroda Garant s hodnotou AUDPC= 111 a najcitlivejšie na napadnutie hnedou škvrnitosťou reagovala odroda Karmel (AUDPC= 217). V roku 2017 bolo rozpätie hodnôt od AUDPC= 0 pre najodolnejšie odrody (Argument, Calcule, CI. 9819, Exalis, Kompakt, Laudis 550, Lenka, Levan, Sladar, Slaven, Valis) do AUDPC= 96 pre odrodu Expres. Hodnoty napadnutia všetkých odrôd korešpondujú s kategóriou odolnosť- veľmi vysoká odolnosť. Poradie odolnosti odrôd od odolnej po náchylnú za rok 2017 je nasledovné: Argument, Ezer, IS Castor, Karmel, Kumran, Laudis 550, Levan, Signora, Sladar, Slaven, IS Maltea, Donaris, Calcule, CI. 9819, Garant, Expres, IS Carmenta, Kompakt, Dukos, Poprad, Valis, Nadir, Pribina, Diamant, Lenka, Exalis.



Obrázok 1. Odolnosť registrovaných odrôd jačmeňa jarného za roky 2016-2017

Odolnosť odrôd bola posudzovaná na základe AUDPC hodnôt aj štatisticky (Tab.1). Rozdiely medzi hodnotami AUDPC boli zistené pomocou LSD testu s hladinou významnosti $P \leq 0,05$. Analýzou variancie pri múčnatke trávovej boli zistené štatisticky významné rozdiely v odolnosti jednotlivých odrôd ale nie medzi jednotlivými ročníkmi, zatiaľ čo pri hnejdej škvrnitosti boli zistené rozdiely ako medzi jednotlivými genotypmi, tak aj medzi ročníkmi (Tab.2).

Tabuľka 1. Priemerné hodnoty AUDPC napadnutia registrovaných odrôd jačmeňa listovými patogénmi, Piešťany, 2016-2017; a-f AUDPC hodnoty označené rovnakým písmenom nie sú štatisticky preukazne odlišné

Genotyp	<i>B. graminis</i>	Genotyp	<i>P.teres</i>
Ezer	24,7 ^a	Exalis	60,0 ^a
Kumran	24,7 ^a	Calcule	60,0 ^a
Signora	24,7 ^a	Kompakt	60,0 ^a
Sladar	24,7 ^a	Valis	60,0 ^a
IS Castor	24,7 ^a	Cl. 9819	60,0 ^a
Karmel	24,7 ^a	Lenka	64,3 ^{ab}
Levan	24,7 ^a	Slaven	66,2 ^{ab}
Argument	24,7 ^a	Sladar	66,2 ^{ab}
Slaven	35,0 ^a	Donaris	66,8 ^{ab}
Donaris	48,0 ^a	Kumran	66,8 ^{ab}
Laudis 550	48,5 ^a	Levan	75,0 ^{abc}
IS Maltea	56,5 ^a	Pribina	80,6 ^{abcd}
Cl. 9819	109,2 ^b	Laudis 550	81,2 ^{abcd}
Calcule	121,4 ^b	Garant	83,1 ^{abcd}
Garant	164,1 ^c	IS Carmenta	83,7 ^{abcd}
Dukos	208,7 ^d	Argument	91,8 ^{abcd}
Expres	209,7 ^d	Poprad	93,7 ^{bcd}
IS Carmenta	210,6 ^d	Diamant	93,7 ^{bcd}
Kompakt	214,0 ^d	IS Maltea	95,0 ^{bcd}
Valis	214,2 ^d	IS Castor	97,5 ^{bcd}
Poprad	229,2 ^d	Ezer	107,5 ^{cd}
Nadir	278,2 ^e	Signora	108,1 ^{cd}
Pribina	278,9 ^e	Nadir	108,1 ^{cd}
Lenka	289,5 ^{ef}	Expres	108,1 ^{cd}
Diamant	321,0 ^{fg}	Dukos	113,7 ^d
Exalis	333,5 ^g	Karmel	156,2 ^e

Tabuľka 2. Analýza variancie registrovaných odrôd jačmeňa jarného na napadnutie múčnatkou trávovou a hnedou škvrnitosťou v rokoch 2016-2017

Zdroj premenlivosti	Stupne voľnosti	Priemerné štvorce	P ≤ 0,05
<i>Blumeria graminis</i>			
A:Genotyp	25	49162,3	0,0000
B:Rok	1	1142,81	0,1444
AB	25	2854,02	0,0000
CHYBA	52	520,504	
SPOLU	103		
<i>Pyrenophora teres</i>			
A:Genotyp	25	2163,04	0,0000
B:Rok	1	330470,	0,0000
AB	25	1393,25	0,0030
CHYBA	52	564,724	
SPOLU	103		

ZÁVER

V rokoch 2016 až 2017 bol na lokalite NPPC-VÚRV Piešťany hodnotený zdravotný stav vybraných registrovaných odrôd jačmeňa jarného. Sledovaný bol výskyt múčnatky trávovej a hnedej škvrnitosti listov jačmeňa. Na výskyt jednotlivých patogénov má do značnej miery vplyv ročníka a charakter lokality. Pri hodnotení odolnosti registrovaných odrôd proti múčnatke možno pozorovať zhodu v reakciách odrôd Argument, IS Castor, Karmel, Kumran, Levan, Signora a Sladar a náchylnosť v oboch rokoch preukázali odrody Diamant a Exalis. Určitú zhodu v reakciách odrôd možno pozorovať aj pri napadnutí hnedou škvrnitosťou. Odolne reagovali odrody Calcule, Cl. 9819, Exalis, Kompakt a Valis a náchylnosť bola pozorovaná v oboch rokoch u odrody Karmel. Odroda Expres mala v roku 2016 dobrú odolnosť a v roku 2017 patrila medzi náchylné hoci bol v danom roku nižší infekčný tlak patogéna.

Genotypy s vyhovujúcou odolnosťou sú potencionálne vhodné do kontinuálneho procesu tvorby nových odrôd dobre adaptovaných pre pestovateľské podmienky Slovenska.

Podakovanie: Štúdia vznikla vďaka podpore MPRZ SR v rámci projektu VINORAP „Vývoj a inovácie primárnej rastlinnej produkcie pre zabezpečenie bezpečnosti potravín, udržateľného poľnohospodárstva a zníženia zaťaženia životného prostredia“.

LITERATÚRA

BABAJANC, I. 1988: Metody selekcie i ocenky ustojčivosti pšenici i jačmenja k bolezniam v stranach-členach, 1988, SEV. Praha, p. 321.

BROERS, L.H.M., CUESTA SUBIAS, X., LÓPEZ ATILANO, R.M. 1996: Field assessment of quantitative resistance to yellow rust in ten spring bread wheat cultivars. In: *Euphytica*, 1996, vol. 90, no. 1, pp. 9–16, ISSN 1573-5060.

JØRGENSEN, J.H. 1994: Genetics of powdery mildew resistance in barley. In: *Critical Reviews in Plant Sciences*, 1994, Vol. 13, Issue 1, p. 97–119, ISSN 0735-2689.

ŠTATISTICKÝ ÚRAD SLOVENSKEJ REPUBLIKY, 2016: Súpis plôch osiatych poľnohospodárskymi plodinami k 20. 6. 2016, 39 s., ISBN 978-80-8121-492-9.

Adresa autora: RNDr. Miroslava Hrdlicová, PhD.; Ing. Jozef Gubiš, PhD., NPPC - VÚRV, Bratislavská cesta 122, 921 68, Piešťany, hrdlicova@vurv.sk, gubis@vurv.sk

VPLYV SPRACOVANIA PÔDY A APLIKÁCIE PÔDNYCH A RASTLINNÝCH STIMULÁTOROV NA ÚRODU POHÁNKY SIATE (*Fagopyrum esculentum* Moench.) NA ŤAŽKÝCH PÔDACH

Effect of soil tillage and application of soil and plant stimulators on buck-wheat (*Fagopyrum esculentum* Moench.) yield on heavy soils

LADISLAV KOVÁČ¹ – JANA JAKUBOVÁ¹ – DANA KOTOROVÁ¹ – JÁN HECL¹

¹Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav agroekológie Michalovce

The study is based on the results of field experiment with buck-wheat (*Fagopyrum*) were carried out on heavy soils in Experimental workplace Milhostov, between 2013 and 2015. Two tillage technologies, namely conventional and minimize tillage, and three fertilization variants were studied. Fertilization variants were as follows: 1st variant – soil conditioner PRP SOL was applied, 2nd variant – soil conditioner PRP SOL and plant stimulator PRP EBV were applied, 3rd variant – control without fertilization. For variant with conventional tillage, significantly higher buck-wheat yield were obtained. The yields from control variant were statistically significantly lower. For variant PRP EBV and PRP SOL (2nd variant) in compare with variant only PRP SOL (1st variant) wasn't found out significant increasing of buck-wheat yield. Significant higher yields were achieved in 2013 than in 2014. The lowest buck-wheat yields were determined in dry and warm year 2015, when average yield 1.09 t ha⁻¹ was achieved.

Key words: buck-wheat, yield, soil tillage, soil and plant stimulators

ÚVOD

Pohánka patrila v minulosti k významným plodinám pestovaným v Európe. V niektorých regiónoch tvorila súčasť každodennej stravy obyvateľstva. Postupne jej význam klesal. V posledných desaťročiach nadobúda pestovanie pohánky siatej na význame a to pre jej vysokú dietetickú a nutričnú hodnotu a nenáročnosť jej pestovania (Janovská et. al. 2008, Janovská 2014; Káš, Janovská 2011). Léder (2010) uvádza, že každá časť rastliny pohánky je využiteľná na iné účely a to od výroby zeleného čaju až po výrobu chleba. Podľa De Mea et al. (2011) a Hartmana et al. (2014) aj na výrobu sladu a následne piva.

Cieľom príspevku bol výskum vplyvu prípravy pôdy a aplikácie pôdnych a rastlinných stimulačných látok na úrodu semena pohánky siatej na ťažkých pôdach Východoslovenskej nížiny.

MATERIÁL A METÓDA

Pokus s pohánkou siatou bol zakladaný v rokoch 2013 až 2015 v pokusoch na experimentálnom pracovisku v Milhostove. Pôdy sú tu ťažké fluvizeme glejové. Sú charakterizované ako ťažké, ílovito-hlinité pôdy s priemerným obsahom ílovitých častíc vyšším ako 53 %. Pokus sa založil pri dvoch úrovniach obrábania pôdy: KA – konvenčná agrotechnika, RA – redukovaná agrotechnika a troch úrovniach výživy: aplikácia pôdneho kondicionéra PRP SOL, aplikácia pôdneho kondicionéra PRP SOL a rastlinnej pomocnej látky PRP EBV a tretím variantom bola nehnojená kontrola. Aplikácia pôdneho kondicionéra vyplývala z potreby zlepšenia nepriaznivých pôdnych vlastností ťažkých ílovitých pôd a vytvorenia pôdneho prostredia s pozitívnym vplyvom na pôdnu úrodnosť, štruktúru pôdy, hospodárenie s vodou a zlepšenie transportu živín.

Pri konvenčnom obrábaní pôdy sa po zbere predplodiny urobila podmietačka, potom stredná orba a predsejbová príprava radličkovým kypričom a sialo sa sejačkou Pneušej. Pri redukovanom variante sa po zbere predplodiny urobila podmietačka radličkovým podmietačom a pred sejbou sa pôda pripravila radličkovým kypričom. Pôdna pomocná látka PRP[®] SOL sa aplikovala k predsejbovej príprave pôdy v dávke 200 kg.ha⁻¹. Rastlinná pomocná látka PRP[®] EBV sa aplikovala vo fáze od 3. listu v dávke 1,5 l.ha⁻¹. Pokusy boli zberané maloparcelkovým kombajnom Seedmaster a úrody sa vyhodnotili matematicko-štatistickými metódami (analýza variancie), ktorými sa zistili základné charakteristiky súboru údajov a otestovali sa hypotézy.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

V tabuľkách 1. a 2. sú uvedené priemerné teploty vzduchu a sumy zrážok v Milhostove v rokoch 2013 – 2015 a ich dlhodobý normál. Pre Milhostov je dlhodobý normál ročnej priemernej teploty vzduchu 8,9 °C a pre vegetačné obdobie 16,0 °C. Na základe tabuľky je možné skonštatovať, že rok 2013 bol v priemere celého roka veľmi teplý a počas vegetácie teplý. Rok 2014 bol mimoriadne teplý a počas vegetačného obdobia teplý. Zo skúmaných rokov bol najteplejší rok 2015, kedy sa celý rok v priemere dá vyhodnotiť ako mimoriadne teplý a počas vegetácie ako veľmi teplý.

Tabuľka 1. Priemerné mesačné teploty vzduchu v Milhostove [°C]

Mesiac	DN	2013			2014			2015		
		° C	odch.	hodn.	° C	odch.	hodn.	° C	odch.	hodn.
Σ I. – XII.	8,9	10,3	+1,4	VT	11,1	+2,2	MT	11,0	+2,1	MT
Σ IV. – IX.	16,0	17,4	+1,4	T	17,2	+1,2	T	18,0	+2,0	VT

Kde: DN – dlhodobý normál 1961 – 1990, S – studený, N – normálny, T – teplý, VT – veľmi teplý, MT – mimoriadne teplý

Zrážkové úhrny v roku 2013 za celý rok ako aj počas vegetácie zodpovedali normálu. Z hľadiska zrážok sa rok 2014 celoročne, ale aj počas vegetácie dá vyhodnotiť ako vlhký. Veľmi nepriaznivý bol rok 2015, ktorý okrem toho, že bol veľmi teplý, bol aj suchým rokom.

Tabuľka 2. Mesačné úhrny zrážok v Milhostove [mm]

Mesiac	DN	2013			2014			2015		
		mm	% DN	hodn.	mm	% DN	hodn.	mm	% DN	hodn.
Σ I. – XII.	550	530	96,4	N	613	111,5	V	447	81,3	S
Σ IV. – IX.	348	298	85,6	N	425	122,1	V	227	65,2	S

Kde: DN – dlhodobý normál 1961 – 1990, MS – mimoriadne suchý, VS – veľmi suchý, S – suchý, N – normálny, V – vlhký, VV – veľmi vlhký, MV – mimoriadne vlhký

Poveternostným pomerom zodpovedali aj úrody pohánky satej. Ani v jednom zo sledovaných rokov úrody pohánky nepresiahli úroveň 2 t.ha⁻¹, aj keď ako uvádza Lazányi (2010) produkčný potenciál pohánky satej je 2,6-2,9 t.ha⁻¹. V roku 2013 na variantoch bez hnojenia bola úroda 1,27 t.ha⁻¹ pri konvenčnej agrotechnike a pri redukovanej 1,31 t.ha⁻¹. Aplikáciou pôdneho kondicionéra, ako aj v kombinácii s EBV sa úrody zvyšovali o viac ako 0,5 t.ha⁻¹. V roku 2014 sa úrody pohybovali pod 1,50 t.ha⁻¹, s tendenciou ich zvyšovania aplikáciou pomocných látok. V roku extrémneho sucha a tepla 2015 boli úrody pohánky najnižšie a na kontrolnom variante konvenčnej agrotechniky dosiahli hodnotu len 0,88 t.ha⁻¹.

Tabuľka 3. Úrody pohánky satej v t.ha⁻¹ pri 13 % vlhkosti

Obrábanie pôdy	Hnojenie	2013	2014	2015
Konvenčné	Kontrola	1,27	1,17	0,88
	PRP sol	1,74	1,24	1,07
	PRP+EBV	1,76	1,36	1,16
Redukované	Kontrola	1,31	1,34	1,02
	PRP sol	1,75	1,46	1,24
	PRP+EBV	1,86	1,44	1,18

Naznačené tendencie potvrdili aj štatistické hodnotenia. Preukazne vyššie úrody sa dosahovali pri konvenčnej agrotechnike. Úrody na kontrolnom variante boli preukazne nižšie. Prípravok EBV v kombinácii s PRP sol preukazne nezvyšoval úrodu v porovnaní so samotnou aplikáciou PRP sol. Preukazne vyššie úrody sa dosahovali v roku 2013 ako v roku 2014. Preukazne najnižšie úrody boli v roku 2015, kedy bola dosiahnutá priemerná úroda 1,09 t.ha⁻¹.

Tabuľka 4. Viacfaktorová analýza rozptylu a viacnásobné porovnanie úrod pohánky sietej LSD-testom

Zdroj variability	Stupne voľnosti	F-test	Preukaznosť	Úrody [t.ha ⁻¹]	Skupina homogenity			
Obrábanie pôdy	1	26,15	++	1,29 1,40	KA RA	x	x	
Hnojenie	2	79,39	++	1,17 1,42 1,46	K PRP PRP+EBV	x	x x	
Roky	2	214,59	++	1,62 1,34 1,09	2013 2014 2015		x	x
Rezíduá	63							
Celkom	71							

ZÁVER

- o Úrody pohánky sietej v sledovaných rokoch 2013 až 2015 nepresiahli úroveň 2,0 t.ha⁻¹.
- o Štatisticky preukazne sa vyššie úrody dosahovali pri konvenčnej agrotechnike ako pri minimalizácii obrábania pôdy
- o Štatisticky preukazne sa vyššie úrody dosahovali na variantoch s aplikáciou pôdnych a rastlinných stimulačných látok ako na kontrole bez ich aplikácie.
- o V suchom a veľmi teplom roku 2015 sa dosiahla preukazne nižšia úroda ako v roku 2013 a 2014.
- o V teplotne a zrážkovo normálnom roku 2013 bola dosiahnutá preukazne vyššia úroda ako v roku 2014.
- o Pri aplikácii pôdnych a rastlinných stimulátov na základe našich výsledkov odporúčame vo veľkovýrobných podmienkach pestovať pohánku sietu konvenčnou technológiou.

LITERATÚRA

- DE MEO B. et al. 2011: Behaviour of Malted Cereals and PseudoCereals for Gluten-Free Beer Production. In: *J. Inst. Brew.* 117(4), 541–546, 2011.
- HARTMAN I. et al. 2014: Vliv technologie skladování na parametry pohankového sladu. In: *Úroda*, roč. 62, 2014, č.12, vědecká příloha časopisu, str. 473 – 476 ISSN 0139-6013.
- JANOVSKÁ D. et al. 2008: Metodika pěstování pohanky obecné v ekologickém a konvenčním zemědělství In: Metodika pro praxi. Jihočeská univerzita. České Budějovice. 2008. s. 107-121 ISBN 978-80-7394-540-4.
- JANOVSKÁ D. 2014: Pohanka, proso a amarant – původní i nové alternativy pro bezlepkovou dietu. In: Genetické zdroje rostlin a zdravá výživa. Ministerstvo zemědělství. Praha, 2014, str. 47-49. ISBN 978-80-7434-174-8.
- KÁŠ, M., JANOVSKÁ, D. 2011: Vliv ročníku a způsobu pěstování na vybrané charakteristiky proso setého a pohanky tatarské. *Úroda*, roč. 59, 2011, č. 10, s. 226 – 230. ISSN 0139-6013.
- LAZÁNYI, J. 2010: Szabolcs-Szatmár-Bereg megyében nemesített alternatív növények helyzete és jelentősége. In: Az alternatív növények szerepe az Észak-alföldi Régióban (Szerk.: Gondola, I.), DE AGTC KIT Kutatóintézet, Nyíregyháza, pp. 27-75. ISBN 978-963-473-386-7.
- LÉDER, F. 2010: Az alternatív növények élelmezési jelentősége. In: Az alternatív növények szerepe az Észak-alföldi Régióban (Szerk.: Gondola, I.), DE AGTC KIT Kutatóintézet, Nyíregyháza, pp. 107-130., ISBN 978-963-473-386-7.

Ing. Ladislav Kováč, PhD., Ing. Jana Jakubová, RNDr. Dana Kotorová, PhD., RNDr. Ján Hecl, PhD.,
 Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav agroekológie Michalovce,
 Špitálska 1273, 071 01 Michalovce
 Email: kovac@minet.sk, jakubova@minet.sk, kotorova@minet.sk, hecl@minet.sk

ÚRODA A KVALITA SEMENA HRACHU SIATEHO V ZÁVISLOSTI OD SKÚMANÝCH FAKTOROV

Yield and quality of common pea seeds in relation to examined factors

EVA CANDRÁKOVÁ

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, FAPZ, Katedra rastlinnej výroby

In the years 2012 - 2014, a field polyfactorial experiment was conducted on the experimental basis of Dolná Malanta with the cultivation of the common pea variety Audit. Three methods of soil cultivation were studied: O1 - conventional (ploughing to a depth of 0.24 m), O2 - reduced (ploughing to a depth of 0.15 m), O3 - minimum (disc tools to a depth of 0.12 m) and three treatments of fertilization: H1 - control without fertilization, H2 - balance fertilization with industrial fertilizers, H3 - balance fertilization with industrial fertilizers and ploughing under of the preceeding crop plant residues. The yield and quality of pea seeds was highly influenced by the conditions of the year. The highest seed yield was in 2014 (3.28 t.ha⁻¹) and the lowest in 2012 (1.77 t ha⁻¹). Fertilization variants did not influence the protein content. The starch content has been influenced by soil cultivation and fertilization.

Key words: common pea, yield, soil cultivation, fertilization, quality

ÚVOD

Strukoviny tvoria dôležitú skupinu poľných plodín. Významné postavenie medzi strukovinami má hrach siaty (*Pisum sativum* L.). Z celkovej výmery pestovaných strukovín v SR zaberá v priemere 70 % podiel. Najmä v ostatných rokoch sa úrody strukovín na Slovensku zvýšili. V roku 2014 bola úroda semena hrachu siateho 2,38 t.ha⁻¹ a v roku 2015 sa zvýšila na 2,64 t.ha⁻¹. Najnižšia bola v roku 2012 a to iba 1,39 t.ha⁻¹ (Rudá, 2016). Rizikovosť pestovania hrachu siateho spočíva v dosahovaní kolísavých nestabilných úrod, v malej autoregulačnej schopnosti, v pomalom počiatočnom raste a tým ľahkom zaburinení porastu na začiatku vegetácie, vo väčšej náchylnosti na choroby a napadnutie škodcami (Hanáčková et al., 2010).

Pútaním vzdušného dusíka prostredníctvom hrčkotvorných baktérií majú strukoviny nezastupiteľné miesto v osevných postupoch. Kováčik (2001) uvádza, že podiel symbioticky viazaného dusíka na celkovom obsahu dusíka v biomase hrachu siateho je 50 %. Z toho vyplýva nižšia spotreba priemyselných hnojív (Hanáčková a Slamka, 2011). Vyšší obsah minerálneho dusíka v pôde na začiatku vegetácie znižuje tvorbu hrčiek (znižuje ich počet a oneskoruje noduláciu) a aktivitu hrčkotvorných baktérií, a tým celkové množstvo viazaného vzdušného dusíka (Vaněk a Ložek et al. (2013).

Semená strukovín obsahujú, v závislosti od druhu, genotypu a podmienok prostredia, 20 až 45 % bielkovín, veľa minerálnych látok a vitamínov a preto sú vysoko cenené (Chrenková et. al. 1995). Zrelé semená hrachu obsahujú 22 - 28 % hrubého proteínu, 45 - 56 % škrobu, 5 - 7 % vlákniny, okolo 3 % tuku, väčšie množstvo enzýmov, vitamínov A₁, B₁, B₂, lecitín (Lahola et al., 1990). Hrach siaty má priaznivý obsah lyzínu, ale nízky obsah metionínu a tryptofánu (Benda et al., 2000).

Výživná kvalita bielkovín je predovšetkým determinovaná rozpustnosťou, hydrolyzovateľnosťou tráviacimi proteolytickými enzýmami a aminokyselinovou skladbou (Michalík et al., 2006).

Hrach je nielen zdrojom bielkovín pre ľudskú výživu a hospodárskych zvierat, ale má aj vysokú predplodinovú hodnotu, ktorá sa zhodnocuje vo vyššej úrode následných plodín (Nayyar et al., 2009).

Cieľom príspevku bolo zistiť vplyv rôznych spôsobov obrábania pôdy v interakcii s hnojením a využitím organickej hmoty pozberových zvyškov predplodiny na úrodu a kvalitu semena hrachu siateho.

MATERIÁL A METÓDY

Poľný polyfaktorový pokus bol založený na Výskumno-experimentálnej báze Fakulty agrobiológie a potravinových zdrojov SPU v Nitre nachádzajúcej sa v lokalite Dolná Malanta, východne od mesta Nitry, v nadmorskej výške 170 m. Územie spadá do teplého, veľmi suchého, nížinného klimatického regiónu. Zeminy z orníc na lokalite sú prachovito-hlinité s objemovou hmotnosťou 1500-1680 kg.m⁻³ (Tobiášová a Šimanský, 2009). Pokus bol založený metódou dlhých pásov s kolmo delenými blokmi. Veľkosť pokusnej plochy variantu bola 20 m² (10 x 2) s tromi opakovaniami.

V práci boli skúmané tri spôsoby obrábania pôdy:

- O₁ - konvenčné obrábanie pôdy (orba do hĺbky 0,24 m),
- O₂ - redukované obrábanie pôdy (orba do hĺbky 0,15 m),
- O₃ - minimálne obrábanie pôdy (tanierovanie do hĺbky 0,12 m).

Pri každom spôsobe obrábania pôdy boli tri varianty hnojenia náhodne usporiadané s cieľom eliminovať heterogenitu pôdy:

- H1 - kontrola bez hnojenia,
- H2 - bilančné hnojenie priemyselnými hnojivami,
- H3 - bilančné hnojenie priemyselnými hnojivami a zapravenie rastlinných zvyškov predplodiny.

Predplodinou pre hrach siaty bola pšenica letná forma ozimná. Dávky priemyselných hnojív boli určené na základe analyticky zisteného obsahu prístupných živín v pôde na plánovanú úrodu semena 3 t.ha⁻¹. Normatív odberu živín jednou tonou semena a príslušného množstva slamy hrachu siateho bol použitý podľa autorov (Fecenko a Ložek, 2000): N 63 kg, P 7,4 kg, K 37,4 kg.

Termín sejby: 16.3.2012, 25.3.2013, 5.3.2014.

Výsevok: 1 mil. klíč. semien na ha, hĺbka sejby 0,05 m, medziriadková vzdialenosť 0,125 m.

Vysiata bola odroda Audit, ktorá je žltosemenná, stredne skorá, stredne vysoká až vysoká odroda typu semileafless, s rýchlym počiatočným rastom, určená pre produkciu suchého semena.

Zber sa uskutočnil maloparcelovým kombajnom 14.7.2012, 28.7.2013, 7.7.2014. V semene hrachu siateho bol stanovený celkový dusík štandardnou metódou podľa Kjeldahla a bielkovinový dusík podľa Barsteina a obsah škrobu.

Získané výsledky boli vyhodnotené štatistickým softwarom Statgraphics *Plus*. Pre vyhodnotenie významnosti jednotlivých faktorov na sledované parametre bola použitá viacfaktorová analýza rozptylu (ANOVA). Rozdiely medzi variantmi boli posúdené Tukey testom s minimálnou hladinou významnosti P 0,05 a P 0,01. Na zistenie vzájomných vzťahov medzi skúmanými faktormi sme použili korelačnú analýzu.

Agrochemické vlastnosti pôdy sú uvedené v tabuľke 1. Zásoba fosforu je vyhovujúca, draslíka a horčíka dobrá, pôdna reakcia slabo kyslá až neutrálna. Na jeseň bolo aplikovaných 30 kg P vo forme 19 % superfosfátu a 40 kg K vo forme 60 % draselnej soli. Pred sejbou bola použitá štartovacia dávka dusíka 30 kg.ha⁻¹ vo forme liadku amónneho s vápencom.

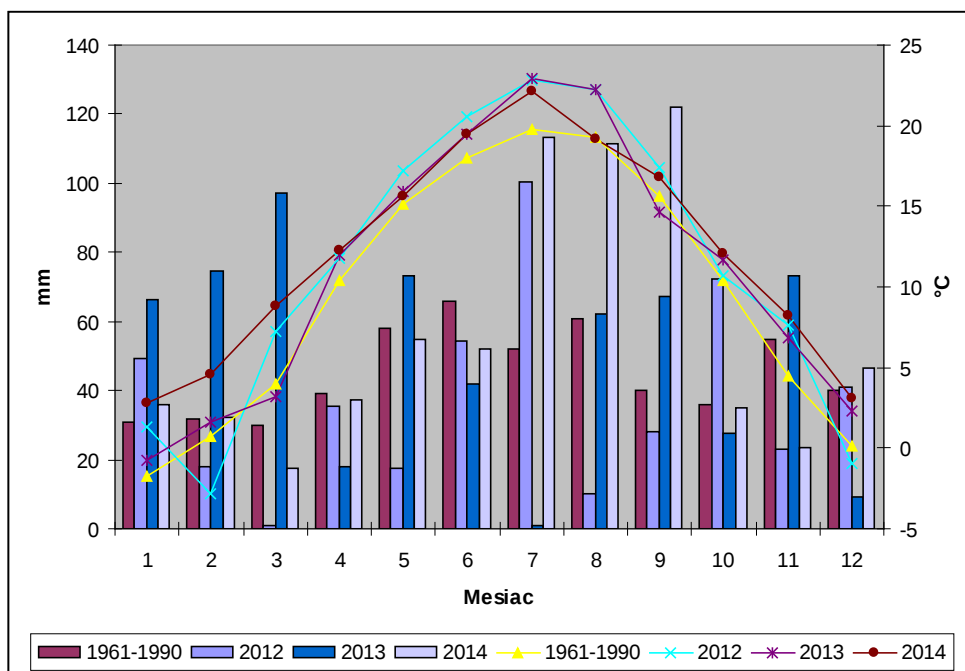
Tabuľka 1: Agrochemický rozbor pôdy (Mehlich III)

Rok	Obsah prístupných živín v pôde (mg.kg ⁻¹)				pH _{KCl}	Humus (3) (%)
	P	K	Ca	Mg		
2012	75	280	1110	280	6,05	1,91
2013	83	320	2000	269	6,80	1,62
2014	88	275	2020	225	6,20	2,09

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Vo všetkých rokoch pokusu bol hrach vysiata v marci. Pestovateľské ročníky sa vyznačovali rozdielnymi teplotnými a vlhkovými podmienkami v jarnom období (Obr. 1). V roku 2012 sa mesiace od marca do júla vyznačovali vysokými teplotami, v porovnaní s dlhoročným normálom, s odchýlkami od 2,2 °C do 3 °C. Chýbala aj voda. Mesiac marec bol mimoriadne suchý, máj veľmi suchý. V apríli a v júni boli zrážky v normálnych hodnotách. V roku 2013 sa hrach sial koncom marca, pretože tento mesiac bol studený a mimoriadne vlhký. Apríl a jún bol teplý a mimoriadne suchý. Júl bol mimoriadne teplý a suchý. V normálnych hodnotách bola teplota iba v máji, ktorý bol zároveň vlhký.

V roku 2014 bol marec suchý, ale apríl, máj a jún sa nachádzali v normálnych hodnotách. Júl bol mimoriadne vlhký. Teplotne bol marec veľmi teplý, apríl teplý ale máj normálny a jún teplý.

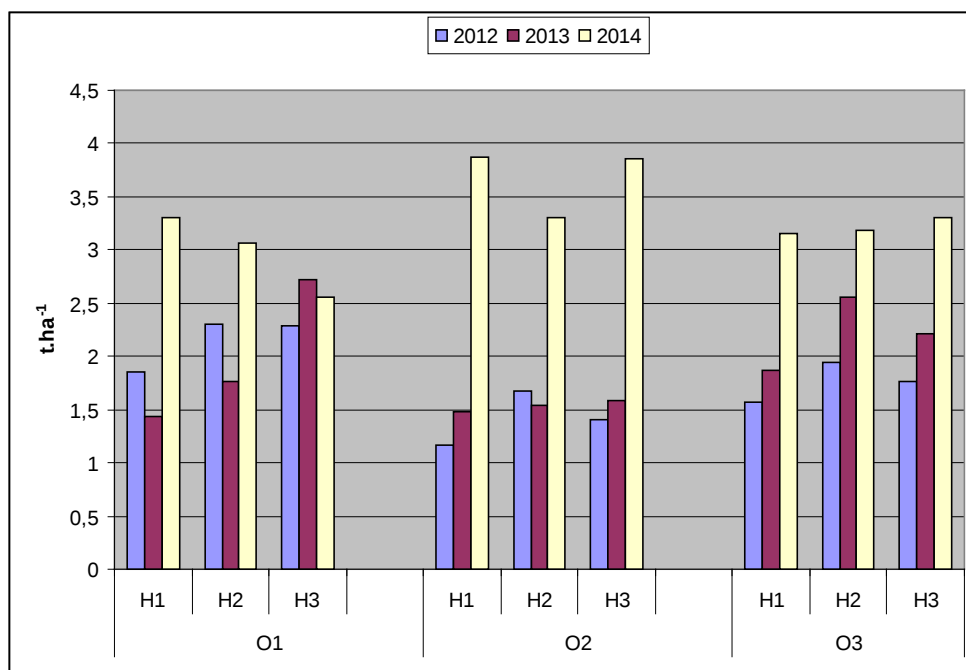


Obrázok 1. Teplotné a vlhkovité hodnoty v rokoch 2012 – 2014 v porovnaní s normálom 1961 – 1990 (hodnoty v stĺpcoch vyjadrujú zrážky a krivky vyjadrujú teploty)

Teplotné a vlhkovité podmienky pôsobia na produkčný proces hrachu siateho a ich významný vplyv, hlavne v mesiaci máj, zistil aj Doré et al. (1998).

Teplé a suché počasie v roku 2012 spôsobilo, že úroda v tomto roku v hodnotených pokusoch bola najnižšia ($1,77 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$). Najpriaznivejšie podmienky pre hrach siaty boli v roku 2014, keď sa dosiahla úroda semena hrachu siateho $3,25 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ (Obr. 2).

Hrach siaty reagoval úrodou semena vo všetkých ročníkoch aj na spôsoby obrábania pôdy. V roku 2012 bola vyrovnaná úroda semena po minimalizačnej príprave pôdy ($2,39 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$) s klasickou prípravou pôdy orbou ($2,36 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$). Zo štatistického hľadiska boli rozdiely v úrodách medzi spôsobmi obrábania pôdy nepreukazné. Naopak, v roku 2013 reagoval hrach lepšie na minimálny spôsob prípravy pôdy a v roku 2014 bola najvyššia úroda po plytkej orbe (O2). Po štatistickom vyhodnotení výsledkov vyplynulo, že rozdiely v úrode semena hrachu siateho boli pri spôsoboch obrábania pôdy nepreukazné. Podobne hrach nereagoval veľkými rozdielmi v úrodách ani na varianty hnojenia, pretože rozdiely boli nepreukazné (Tab. 2).



Obrázok 2. Úrody semena hrachu siateho v rokoch 2012 – 2014 v závislosti od obrábania pôdy (O1, O2, O3) a variantov hnojenia (H1, H2, H3)

Strukoviny sú charakteristické vyšším obsahom bielkovín v semenách, v porovnaní s obilninami.

Semeno hrachu je bohaté na škrob (46 - 56 %), dusíkaté látky (20 - 40 %), z toho je 13 - 23 % stráviteľných, vlákninu (5 - 7 %), tuk (3 %), minerálne látky, vitamín A, vitamíny skupiny B a lecitín. Dôležitá antinutričná látka je inhibitor trypsínu (Uher, 2012).

Zásobné bielkoviny sú relatívne chudobné na sírne aminokyseliny ako je cystín, metionín a cysteín, ale bohaté na aminokyselinu lyzín, v porovnaní s obilninami, kde je obsah lyzínu pomerne nízky. Z tohto dôvodu kombinácia strukovín a obilnín, napr. ryže, zabezpečuje esenciálne aminokyseliny pre správnu ľudskú výživu (Duranti, 2006).

Obsah bielkovín a škrobu v semenách hrachu siateho bol ovplyvnený všetkými skúmanými faktormi. Podmienky ročníka pôsobili na obsah bielkovín a škrobu vysoko preukazne. Potvrdili to vo svojich prácach (Brkič et. al. 2004; Candráková a Hanáčková, 2013; Hanáčková a Candráková, 2014). Najvyšší obsah bielkovín v semene hrachu siateho bol v roku 2012 (28,15 %) a najnižší v roku 2014 (22,15 %). Na zvýšenie obsahu bielkovín v semenách hrachu siateho pôsobili hlavne vyššie teploty a nedostatok vlhky. Vo vlhkejšom roku 2014 bol vysoko preukazne vyšší obsah škrobu (52,02 %) v semenách hrachu siateho (Tab. 5). Medzi obsahom bielkovín a škrobu bola vysoká nepriama korelačná závislosť ($r=-0,41^{++}$). Ako uvádza Hanáčková et al., (2010), negatívna korelačná závislosť je spôsobená zväčšovaním pomeru semena k celkovej úrode, pričom na jednotku hmotnosti semena pripadá menej dusíka.

Vysokopreukazne ovplyvnili obsah bielkovín a škrobu v semenách hrachu siateho aj spôsoby obrábania pôdy (Tab. 2). Najnižší obsah bielkovín bol po konvenčnom obrábaní pôdy (24,75 %) a obsah škrobu vo variante O2 (47,80 %), kde bola uskutočnená plytká orba.

V použitých variantoch hnojenie neboli preukazné rozdiely v obsahu bielkovín v semene hrachu siateho. Obsah bol od 25,04 % (H2) do 25,52 % (H1). Obsah škrobu bol preukazne vyšší na nehnojenom variante (50,22 %) a najnižší bol po použití priemyselných hnojív (H2) s obsahom 48,70 %.

Tabuľka 2: Testovanie rozdielov medzi úrovňami skúmaných faktorov (Tukeyov test)

Faktor		Úroda semena (t.ha ⁻¹)	Bielkoviny (%)	Škrob (%)
		P 0,05=0,2228 P 0,01=0,2811	P 0,05=0,5389 P 0,01=0,6799	P 0,05=0,9965 P 0,01=1,2571
Rok	2012	1,77a	28,14c	48,41a
	2013	1,90a	25,21b	47,89a
	2014	3,28b	22,35a	52,02b
Obrábanie pôdy	O1	2,36a	24,75a	50,38b
	O2	2,22a	25,52b	47,80a
	O3	2,39a	25,43b	50,13b
Varianty hnojenia	H1	2,18a	25,52a	50,22b
	H2	2,36a	25,04a	48,70a
	H3	2,41a	25,15a	49,39ab

ZÁVER

Hrach siaty reaguje veľmi citlivo, na poveternostné podmienky v priebehu vegetačného obdobia, čoho dôkazom sú dosiahnuté úrody semena v hodnotených rokoch 2012 – 2014. Ako rozhodujúce sa javia teplotné a vlhkové podmienky v mesiaci máj a jún, čomu nasvedčuje úroda v roku 2012 (1,77 t.ha⁻¹), keď máj bol veľmi suchý a veľmi teplý a výsledná úroda hrachu siateho bola nízka. Priaznivé podmienky v roku 2014 sa prejavili na úrode pozitívne (3,28 t.ha⁻¹) zvýšením o 1,51 t.ha⁻¹ v porovnaní s rokom 2012. Podmienky ročníka ovplyvňujú aj kvalitu semena hrachu siateho. V teplejších a suchších podmienkach sa zvyšuje obsah bielkovín, ako to bolo v roku 2012 (28,14 %) a v roku 2013 (25,21 %). Vo vlhovo priaznivejších podmienkach (rok 2014) bol na úkor bielkovín (22,35 %) vysokopreukazne vyšší obsah škrobu (52,02 %), pričom v roku 2012 bol obsah škrobu 48,41 % a v roku 2013 sa v semenách nachádzalo 47,89 % škrobu. Medzi obsahom bielkovín a škrobu bola zistená vysoká nepriama korelačná závislosť ($r = -0,41^{**}$). Vplyv ročníka prevládol nad variantmi hnojenia, ktoré úrodu semena a obsah bielkovín štatisticky preukazne neovplyvnili. Pri spôsoboch obrábania pôdy nebol zistený preukazný vplyv na úrodu, ale štatisticky preukazne ovplyvnili kvalitu semena hrachu siateho. Preto pre prax odporúčame, tam kde majú pestovatelia k dispozícii kvalitné vybavenie mechanizačnými prostriedkami, využiť minimalizačný spôsob prípravy pôdy, čo je z hľadiska ekonomické výhodnejšie.

LITERATÚRA

- BENDA, V., BABŮREK, I., ŽĎÁRSKÝ, J. 2000: Biologie II. Nauka o potravinářských surovinách. Praha : Vysoká škola chemicko-technologická, s. 77-85.
- BRKIĆ, Z., MILAKOVIĆ, A., KRISTEK, M. ANTUNOVIĆ 2004: Pea yield and its quality depending on inoculation, nitrogen and molybdenum fertilization. In: *Plant soil Environ.*, 50 (1), 39-45.
- CANDRÁKOVÁ, E., HANÁČKOVÁ, E. 2013: Vplyv vybraných faktorov na úrodu a obsah bielkovín v semenách hrachu siateho (*Pisum sativum* L.). In: *Agrochémia*, roč. XVII. (53), č. 3/2013, s. 18-23. ISSN 135-2415.
- DORÉ T., MEYNARD J.M., SEBILLOTTE M. 1998: The role of grain number, nitrogen nutrition and stem number in limiting pea crop (*Pisum sativum*) yields under agricultural conditions. In *Eur. J. Agron.* 8, 29–37.
- DURANTI, M. 2006: Grain legume proteins and nutraceutical properties. In: *Fitoterapia*, 2006, 77, s. 67-82.
- FECENKO, J., LOŽEK, O. 2000: Výživa a hnojenie poľných plodín. Nitra : SPU, 2000, 452 s. ISBN 80-7137-777-5.
- HANÁČKOVÁ, E., CANDRÁKOVÁ, E. - MACÁK, M. 2010: Udržateľný technologický systém pestovania hrachu siateho (*Pisum sativum* L.). 1. vyd. Nitra, SPU v Nitre, 162 pp.
- HANÁČKOVÁ, E., CANDRÁKOVÁ, E. 2014: The influence of soil cultivation and fertilization on the yield and protein content in seeds of common pea (*Pisum sativum*, L.). In: *Agriculture* (Poľnohospodárstvo), 60, 2014 (3): 105-114. DOI: 10.2478/agri-2014-0012.

- HANÁČKOVÁ, E., SLAMKA, P. 2011: Production process of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) under different soil cultivation and fertilization. *Research Journal of Agricultural Science*, 43, (1), 2011, 56-61.
- CHRENKOVÁ, M., ČEREŠŇÁKOVÁ, Z., SLAMĚNA, Z., SOMMER, A. 1995: Faktory ovplyvňujúce biologickú hodnotu a stráviteľnosť N-látok v novošľachtených odrodách hrachu siateho. In: *Journal of farm Animal Science*. Bratislava : Slovak Academic Press.
- KOVÁČIK, P. 2001 : Metodika bilancie živín v pôdach ekologicky hospodáriacich podnikov. Nitra : SPU, 2001, 44 s. ISBN 80-7137-957-3.
- LAHOLA, J. a i. 1990 : Luskoviny-pěstování a využití. Praha : SZN, 1990, 220 s. ISBN 80-209-0127-2.
- MICHALÍK, I., GÁLOVÁ, Z., URMINSKÁ, D., KOLBACHOVÁ, H. 2006: Bielkovinový komplex zrna obilnín a pseudoobilnín. In: *Výživná a technologická kvalita rastlinných produktov a ich potravinárske využitie*. I. vyd. Nitra : SPU, 67-101. ISBN 80-8069-780-9.
- NAYYAR A., HAMEL CH., GOSSEN B. D., HANSON K., GERMIDA J. 2009: Soil microbial quality associated with yield reduction in continuous-pea. In: *Applied Soil Ecolog.*, 43, 115-121.
- RUDÁ, D. 2016: Strukoviny- Situačná a výhľadová správa, Výskumný ústav ekonomiky poľnohospodárstva a potravinárstva, Ministerstvo pôdohospodárstva a rozvoja vidieka Slovenskej republiky, Ročník XXI , číslo 1, november 2016.
- TOBIÁŠOVÁ, E., ŠIMANSKÝ, V. 2009. Kvantifikácia pôdnych vlastností a ich vzájomných vzťahov ovplyvnených antropickou činnosťou. 1. vydanie. Nitra: SPU. p. 114. ISBN 978-80-552-0196-2.
- UHER, A. et al. 2012: Poľné a záhradné plodiny. 1.vyd. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2012. 305 s. ISBN 978-80-552-0824-4.
- VANĚK, V., LOŽEK, O. et al. 2013: Výživa poľných a záhradných plodín. Nitra: Profi Press SK s.r.o., 175 s. ISBN 978-80-970-572-3-7.

Kontaktná adresa

Ing. Eva Candráková, PhD., Katedra rastlinnej výroby
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, Tr. A. Hlinku, 949 76 Nitra, tel. 037/6508 224, e-mail: Eva.Candrakova@uniag.sk

MOŽNOSTI VYUŽITIA BIOPREPÁRÁTOV V SYSTÉME PESTOVANIA REPY CUKROVEJ

Possibilities of bio-preparation utilization in the growing system of sugar beet

MAREK RAŠOVSKÝ¹ – VLADIMÍR PAČUTA¹

¹*Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Katedra rastlinnej výroby*

In the paper, influences of weather conditions, varieties and bio preparations on root yield, digestion and polarized sugar yields was monitored. Polyfactorial field experiment with sugar beet was researched in 2015 and 2016. We found out high significant influence of weather conditions on all three monitored parameters. In 2016 were reached higher values root yield (90.82 t.ha⁻¹), digestion (17.78 %) and also polarized sugar yield (16.13 t.ha⁻¹). Variety and bio preparation had high significant influence on root yield and polarized sugar yield. We didn't found significant influence of these factors on digestion parameter. The best results reached variety Galvani – root yield 77.25 t.ha⁻¹; digestion 18.03 %; polarized sugar yield 13.91 t.ha⁻¹. We researched positive influence of biopreparates application compared with control variant. Biopreparat Alga 600 reached higher values for all three parameters, however without a statistically significant difference – root yield 76.86 t.ha⁻¹; digestion 17.81 %; polarized sugar yield 13.68 t.ha⁻¹.

Key words: sugar beet, root yield, digestion, polarized sugar yield, biopreparates, weather conditions

ÚVOD

Repa cukrová je považovaná za vysoko produkčnú rastlinu s vynikajúcim genetickým potenciálom (Bajči et al. 1997; Pusenkova et al. 2015). V oblasti mierneho pásma je jedinou pestovanou plodinou na výrobu cukru (Holúbek 2011). Veľmi dobre reaguje na hnojenie maštalným hnojom, ktoré je podporené optimálnymi dávkami minerálnych hnojív (Pačuta et al. 2016). V súčasnosti sa venuje veľká pozornosť tzv. foliárnej aplikácii makro a mikroživín v kombinácii s bioaktívnymi látkami počas vegetácie (Hřivna et al. 2014; Rašovský, Pačuta 2016). Tzv. biopreparáty napomáhajú rastlinám prekonať stres zo sucha, ktorému sú v posledných rokoch stále viac vystavené v dôsledku meniacej sa klímy a globálnemu otepľovaniu (Lapin 2016; Pačuta et al. 2002; Rothová 2008). Využitie morských rias a extraktov z nich vyrobených na zvýšenie úrod má v krajinách s vyššími priemernými teplotami dlhodobú tradíciu (Booth 1969; Sharma et al. 2013).

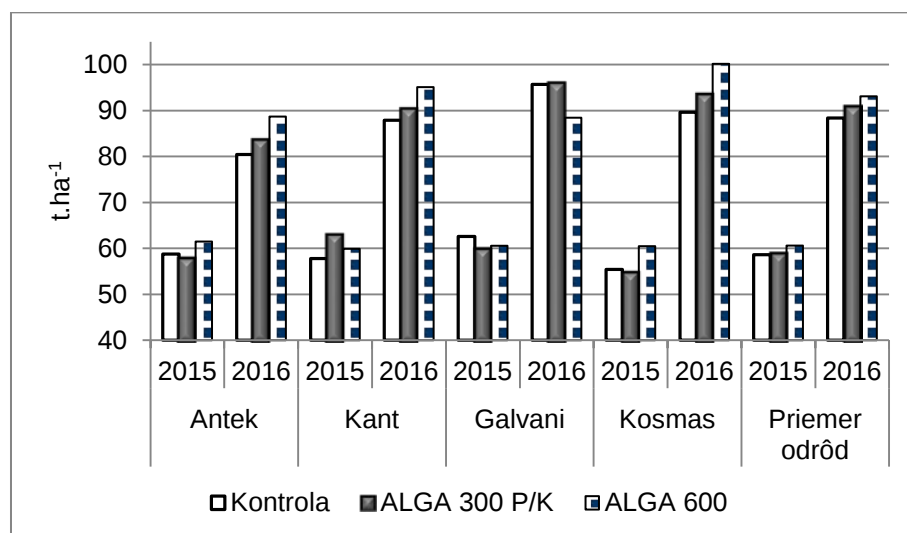
MATERIÁL A METÓDY

Pokus bol založený na Experimentálnej báze SPU, ktorá sa nachádza v kukuričnej výrobnjej oblasti v blízkosti obce Dolná Malanta. Oblasť je charakteristická nízkym úhrnom zrážok v priebehu vegetácie a taktiež vysokými teplotami. Vybrané parametre repy cukrovej (úroda buliev, cukornatosť a úroda polarizačného cukru) boli sledované počas dvoch vegetačných období 2015 a 2016. V uvedených rokoch boli dvakrát v priebehu hlavnej fázy rastu (BBCH 19 a 33) aplikované biopreparáty: variant Alga 300 P + Alga 300 K a variant Alga 600, foliárnym ručným postrekovačom. Do pokusu boli vybrané 4 odrody repy cukrovej vhodné na pestovanie v ďalej oblasti – Antek, Kant, Galvani, Kosmas. Agrotechnické operácie boli v súlade s technologickými požiadavkami plodiny, keď bol zvolený konvenčný spôsob úpravy pôdy s aplikáciou maštalného hnoja na jeseň (50t.ha⁻¹) a priemyselných hnojív na jar na základe ACHP. Dávky živín boli vypočítané bilančnou metódou. Následná sejba bola prevedená technológiou na konečnú vzdialenosť. Odber vzoriek bol vykonaný ručne, následne boli vzorky odvážené pre výpočet úrody a poslané na rozbor do cukrovaru v Trenčianskej tepléj pre stanovenie cukornatosti a iných obsahových látok. Výsledky boli spracované v štatistickom programe s použitím analýzy rozptylu a Tukeyovho testu.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Úroda buliev

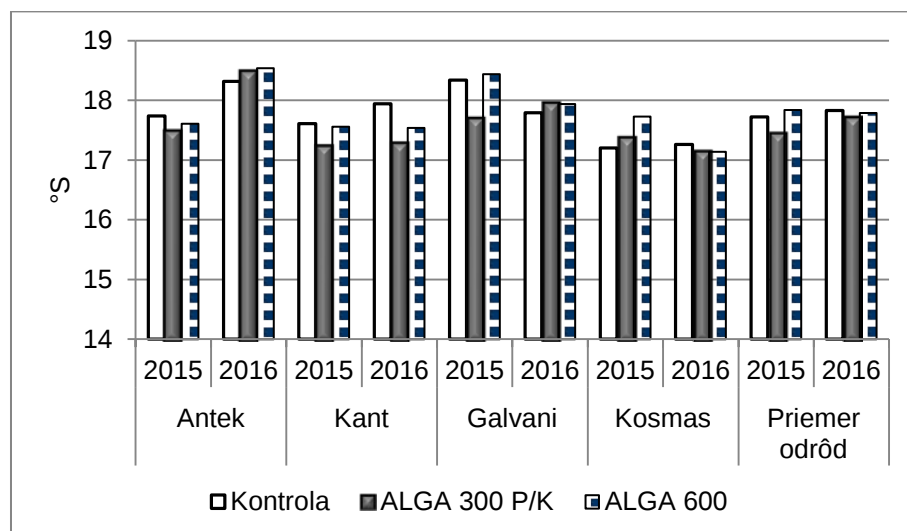
Štatistickým vyhodnotením dosiahnutých úrod v sledovaných rokoch sme zistili vysoko preukazný vplyv ročníka na úrodu buliev. V roku 2016 sme dosiahli úrodu buliev $90,82 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, čo bolo v porovnaní s predchádzajúcim ročníkom o $31,35 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ viac (rel. 34,52%). Tento rozdiel bol štatistickou metódou vyhodnotený ako vysoko preukazný. Vysoké rozdiely v dosiahnutých úrodách jednotlivých rokov možno pripísať veľmi rozdielnemu priebehu poveternostných podmienok počas vegetačného obdobia. Výber odrody nemal štatisticky vplyv na výsledné hodnoty tohto parametra. Najvyššiu úrodu buliev sme získali odrodou Galvani $77,25 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, v porovnaní s ostatnými odrodami boli rozdiely nasledovné: Kant a Kosmas $-1,52 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ (rel. 1,97%), Antek $-5,36 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ (rel. 6,94%). Tieto rozdiely však neboli štatisticky preukazné. Vplyv aplikácie biopreparátu na úrodu buliev nebol štatisticky preukazný, ale zaznamenali sme pozitívny efekt aplikácie v porovnaní s kontrolným variantom. Najvyššiu úrodu buliev sme získali aplikáciou prípravku Alga 600 $76,86 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, čo bolo o $1,82 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ viac (2,37%) ako po prípravku Alga 300 P + Alga 300 K a o $3,32 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ viac (rel. 4,32%) v porovnaní s kontrolou. Rozdiely medzi jednotlivými variantmi boli štatisticky nepreukazné.



Graf 1 Úroda buliev repy cukrovej v rokoch 2015 a 2016

Cukornatosť

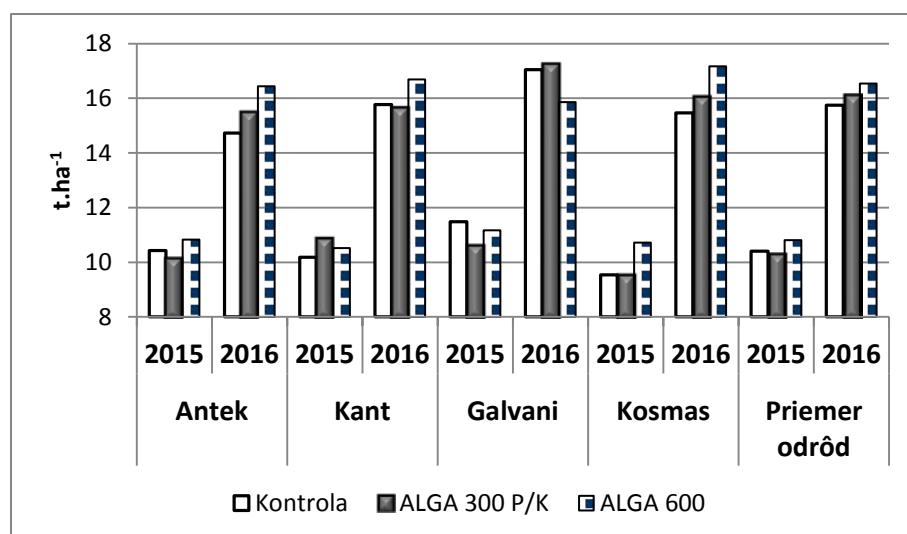
Výsledok cukornatosti repy cukrovej bol v pokusných rokoch vysoko preukazne ovplyvnený priebehom počasia. Vyššiu cukornatosť sme namerali v roku 2016 a to $17,78 \text{ }^{\circ}\text{S}$, čo bolo oproti roku 2015 o $0,11 \text{ }^{\circ}\text{S}$ (rel. 0,62%) a tento rozdiel bol vyhodnotený ako štatisticky vysoko preukazný. Každá odroda repy cukrovej má v sebe ukrytý genetický potenciál, ktorý sa môže prejaviť pri tomto parametre (Pulkrábek et al. 2007). Toto potvrdil aj náš výskum, kedy odroda mala vysoko preukazný vplyv na výsledky cukornatosti. Najvyššie hodnoty sme dosiahli zhodne pri odrodách Antek a Galvani $18,03 \text{ }^{\circ}\text{S}$, rozdiel v porovnaní s odrodou Kant bol $-0,50 \text{ }^{\circ}\text{S}$ (rel. 2,77%) a s odrodou Kosmas $0,72 \text{ }^{\circ}\text{S}$ (rel. 3,99%). Rozdiely cukornatosti medzi odrodami, s výnimkou rozdielných hodnôt odrôd Antek a Galvani, boli štatisticky vysoko preukazné. Pozitívny efekt použitia biopreparátu na výsledok cukornatosti sme zaznamenali po aplikácii Alga 600 $17,81 \text{ }^{\circ}\text{S}$, čo bolo v porovnaní s kontrolou o $0,04 \text{ }^{\circ}\text{S}$ viac a v porovnaní s prípravkom Alga 300 P + Alga 300 K o $0,21 \text{ }^{\circ}\text{S}$ viac. Rozdiel medzi kontrolným variantom a Alga 600 bol nepreukazný. Medzi výslednou hodnotou cukornatosti variantu Alga 300 P + Alga 300 K v porovnaní s ostatnými bol štatisticky preukazný rozdiel.



Graf 2 Cukornatosť repy cukrovej v rokoch 2015 a 2016

Úroda polarizačného cukru

Poveternostné podmienky ročníka výrazne ovplyvnili výsledky úrody polarizačného cukru, čo bolo aj štatisticky potvrdené. Vyššiu hodnotu tohto parametra sme získali v roku 2016 $16,13 \text{ t.ha}^{-1}$, teda o $5,61 \text{ t.ha}^{-1}$ viac (rel. 34,78 %). Tento vysoký medziročný rozdiel bol štatisticky preukazný. Z hľadiska priemeru oboch rokov sme pri vybraných odrodách nezaznamenali významné rozdiely, čo bolo potvrdené aj štatisticky. Najvyššiu hodnotu dosiahla odroda Galvani $13,91 \text{ t.ha}^{-1}$, čo bolo o $0,63 \text{ t.ha}^{-1}$ viac (rel. 4,53 %) ako odroda Kant, o $0,82 \text{ t.ha}^{-1}$ viac (rel. 5,89 %) ako odroda Kosmas a o $0,89 \text{ t.ha}^{-1}$ viac (rel. 6,40 %) ako Antek. Aplikáciou biopreparátu sme dosiahli pozitívny efekt, kedy oba zvolené prípravky dosiahli vyššiu hodnotu polarizačného cukru v porovnaní s kontrolou. Najvyššiu hodnotu sme získali po aplikácii prípravku Alga 600 $13,68 \text{ t.ha}^{-1}$, čo bolo o $0,46 \text{ t.ha}^{-1}$ viac (3,36 %) ako po Alga 300 P + Alga 300 K, resp. o $0,60 \text{ t.ha}^{-1}$ viac (rel. 4,39 %) v porovnaní s kontrolou. Aplikácia biopreparátov má v súčasnosti veľký význam aj z hľadiska ochrany ekosystémov pre ich zdraviu neškodný charakter (Pačuta et al. 2015).



Graf 3 Úroda polarizačného cukru repy cukrovej v rokoch 2015 a 2016

Tabuľka 1. ANOVA – Analýza rozptylu rokov 2015 a 2016

Faktor pokusu	Vybraný parameter		
	Úb	Dg	Ú _{pc}
Ročník	0,0000**	0,0046**	0,0000**
Odroda	0,1082	0,0000**	0,1132
Biopreparát	0,2304	0,0000**	0,1944

** štatisticky vysoko preukazný vplyv

* štatisticky preukazný vplyv

Tabuľka 2. Priemerné hodnoty vo vnútri faktora **ročník** a vzťah medzi nimi (Tukeyov test - 99%)

Faktor	Úb (t.ha ⁻¹)		Dg (°S)		Ú _{pc} (t.ha ⁻¹)	
Ročník	priemer	HG	priemer	HG	priemer	HG
2015	59,47	b	17,67	a	10,52	b
2016	90,82	a	17,78	b	16,13	a

Tabuľka 3 Priemerné hodnoty vo vnútri faktora **odroda** a vzťah medzi nimi (Tukeyov test - 99%)

Faktor	Úb (t.ha ⁻¹)		Dg (°S)		Ú _{pc} (t.ha ⁻¹)	
Odroda	priemer	HG	priemer	HG	priemer	HG
<i>Antek</i>	71,89	a	18,03	a	13,02	a
<i>Kant</i>	75,73	a	17,53	c	13,28	a
<i>Galvani</i>	77,25	a	18,03	a	13,91	a
<i>Kosmas</i>	75,73	a	17,31	b	13,09	a

Tabuľka 4 Priemerné hodnoty vo vnútri faktora **biopreparát** a vzťah medzi nimi (Tukeyov test - 99%)

Faktor	Úb (t.ha ⁻¹)		Dg (°S)		Ú _{pc} (t.ha ⁻¹)	
Biopreparát	priemer	HG	priemer	HG	priemer	HG
<i>Kontrola</i>	73,54	a	17,77	a	13,08	a
<i>Alga 300</i>	75,04	a	17,60	b	13,22	a
<i>Alga 600</i>	76,86	a	17,81	a	13,68	a

ZÁVER

Experimentálnym pozorovaním sme sledovali vplyv troch významných faktorov (ročník, odroda, biopreparát) na sledované parametre (úroda buliev, cukornatosť, úroda polarizačného cukru) repy cukrovej. Zistili sme, že rozdielny priebeh poveternostných podmienok ročníka má zásadný vplyv na výsledné hodnoty jednotlivých parametrov, čo bolo potvrdené aj štatistickým vyhodnotením. Výber biologického materiálu mal zásadný vplyv len na cukornatosť repy cukrovej. Najvýznamnejšou

zložkou nášho experimentu bola aplikácia biopreparátov na list repy cukrovej. Zistili sme pozitívny efekt tejto aplikácie (Alga 600) na všetky výsledné hodnoty sledovaných parametrov v konfrontácii s kontrolným variantom. Toto zistenie má veľký význam v súčasnej dobe turbulentných zmien klímy, kedy zaznamenávame veľké sumy teplôt a naopak malé úhrny zrážok v hlavnej fáze rastu plodín. Použitie biopreparátu malo priaznivý vplyv na prekonanie týchto stresových faktorov, čo môže mať v praxi pozitívny agro - ekologický a taktiež ekonomický efekt.

PodĎakovanie:

Predkladaná práca je súčasťou výskumného projektu VEGA 1/0359/14, ktorý sa rieši na Katedre rastlinnej výroby Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre v rokoch 2014 až 2016 pod názvom:

„Racionalizácia pestovateľských systémov hlavných druhov poľných plodín vo vzťahu k výslednej produkcii a jej kvalite.“

LITERATÚRA

BAJČI, V., PAČUTA, V., ČERNÝ, I. 1997: Cukrová repa. Nitra: ÚVTIP, 1997, 111 s. ISBN 80-85330-35-0.

BOOTH, E. 1969: The manufacture and properties of liquid seaweed extracts. In: *Proc. Int. Seaweed Symp.*, roč. 6. s. 655-662.

HOLÚBEK, I. 2011. Náklady a výnosy cukrovej repy v poľnohospodárskom podniku Tapos, s.r.o., po reforme SOT. In: *Listy cukrovarnické a řepařské* [online], roč. 127, č. 9-10, s. 292 – 296. ISSN: 1210-3306 [cit. 2017-09-27]. Dostupné na: <http://www.cukr-listy.cz/on_line/2011/PDF/292-296.pdf>.

HŘIVNA, L., BOROVIČKA, K., BÍZIK, J., BITTNER, V. 2014: Komplexní výživa cukrovky. Maribo seed international ApS, 112 s. ISBN 978 – 80 – 260 – 7300 – 0.

LAPIN, M. 2016: [online]. Úvod k scenárom klimatickej zmeny. [cit. 2016-05-13]. Dostupné na: <<http://www.milanlapin.estranky.sk/clanky/scenare-klimatickej-zmeny/uvod-k-scenarom-klimatickej-zmeny.html>>.

PAČUTA, V., ČERNÝ, I., FECKOVÁ, J. 2002. Utilization of liquid leaf fertilizers with bioactive components in sugar beet cropping system. In: *Innováció tudomány és a gyakorlat egysége az ezradforduló agrárium ában*, Debrecén (zborník z medzinárodnej vedeckej konferencie), Debrecén: 2002, s. 63-72. ISBN 963 9274 27 5.

PAČUTA, V., KAŠIČKOVÁ, I., RAŠOVSKÝ, M. 2015: Vplyv odrody a biopreparátov na úrodu buliev, cukornatosť a úrodu polarizačného cukru repy cukrovej. In: *Listy cukrovarnické a řepařské* [online], roč. 131, č. 5-6, s. 168 – 171. ISSN: 1210-3306 [cit. 2017-09-27]. Dostupné na: <http://www.cukr-listy.cz/on_line/2015/PDF/168-171.pdf>.

PAČUTA, V., KREBS, M., ONDRIŠÍK, P., BUDAY, M., RAŠOVSKÝ, M. 2016: Vplyv organického hnojenia, minerálneho hnojenia a saturačných kalov na úrodu buliev, cukornatosť a úrodu polarizačného cukru repy cukrovej. In: *Listy cukrovarnické a řepařské* [online], roč. 132, č. 11, s. 340 – 343. ISSN: 1210-3306 [cit. 2017-09-27]. Dostupné na: <http://www.cukr-listy.cz/on_line/2016/PDF/340-343.pdf>.

PULKRÁBEK, J. et al. 2007: *Řepa cukrová- pěstitelský rádce*. 1. vyd. České Budějovice : Kurent, s.r.o., 2007. ISBN 978-80-87111-00-0.

PUSENKOVA, L. I., IL'YASOVA, E. Y., MAKSIMOV, I. V., LASTOCHKINA, O. V. 2015: Enhancement of adaptative capacity of sugar beet crops by microbial biopreparations under biotic and abiotic stresses. In: *Agricultural biology* [online], roč. 50, č. 1, s. 115-123 [cit. 2017-05-30]. ISSN 2313-4836. Dostupné na internete: DOI: 10.15389/agrobiology.2015.1.115eng.

RAŠOVSKÝ, M., PAČUTA, V. 2016: Influence of selected agrotechnical measures and climate conditions on root yield and digestion of sugar beet. In: *Journal of Central European Agriculture*

[online], roč. 17 (4), s. 1070-1081. [cit. 2017-05-30]. ISSN 1332-9049. Dostupné na internete: DOI: <http://dx.doi.org/10.5513/JCEA01/17.4.1812>.

ROTHOVÁ, V. 2008. Vplyv abiotických faktorov a agrotechnických zásahov na produkciu a kvalitu cukrovej repy (*Beta vulgaris* prov. *altissima* Doell) Autoreferát dizertačnej práce. Nitra : SPU, 2008, 20 s.

SHARMA, H. S. H. et al. 2013: Plant biostimulants: a review on the processing of macroalgae and use of extracts for crop management to reduce abiotic and biotic stresses. In: *J. Appl. Phycol.*, roč. 26, s. 465 – 490. Dostupné na internete: DOI 10.1007/s10811-013-0101-9.

Adresa autora:

Ing. Marek Rašovský, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Katedra rastlinnej výroby, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovensko, e-mail: marek.rasovsky@gmail.com

ZVÝŠENIE HODNÔT PRODUKČNÝCH PARAMETROV SLNEČNICE ROČNEJ PROSTREDNÍCTVOM BIOSTIMULÁCIE

Values of Sunflower Production Traits Increased by Bio-Stimulation

DÁVID ERNST – IVAN ČERNÝ

*Slovenská poľnohospodárska univerzita, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov,
Katedra rastlinnej výroby*

The aim of this field experiment was to test the effect of two plant growth bio-stimulators on production traits – seed yield and oil content in seeds of sunflower. The experiment was established under the conditions of warm maize growing region in 2015 and 2016. The first bio-stimulator utilizes the presence of the composition of different bacteria types which are capable to bind the essential nutrients N, P, K and transmitting it in a form accessible to the plants. The effect of the second bio-stimulator is based on the humic and fulvic acids. The results of the experiment showed that the effect of bio-stimulation on the production traits seed yield and oil content in seeds was high significant. The highest seed yield and highest oil content in seeds were determined in variant with mutual combination of the plant growth bio-stimulators.

Key words: sunflower, bio-stimulation, seed yield, oil content

ÚVOD

Slnečnica ročná (*Helianthus annuus* L.) je považovaná za štvrtú najvýznamnejšiu olejninu sveta so zberovou plochou približne 25 miliónov hektárov, z ktorej sa ročne vyprodukuje v priemere 36 miliónov ton nažiek (FAO, 2015). Produkčné parametre slnečnice ročnej ovplyvňuje jej nízka autoregulačná a kompenzačná schopnosť, náchylnosť k poliehaniu (García-López *et al.* 2016), vysoká teplota atmosféry (Kaleem *et al.* 2011), nedostatok zrážok (Olowe *et al.* 2013), nesprávna agrotechnika (Ozturk *et al.* 2017) a iné. Vplyv uvedených nepriaznivých faktorov pestovania je však možné čiastočne eliminovať, napr. biostimuláciou (Heideri & Karami, 2014; Arif *et al.* 2016). Využívanie biostimulácie je podopreté o výskumy zaoberajúce sa vplyvom rastových stimulátorov najmä na zdravotný stav, priebeh transpirácie, fotosyntézy, úrodnotvorné prvky, úrodu nažiek a obsah oleja v nažkách slnečnice ročnej (Michalak *et al.* 2017; Van Oosten *et al.* 2017). Pestovateľská prax však disponuje nedostatkom informácií o možnosti využitia stimulátorov rastu pri pestovaní slnečnice ročnej v oblasti využívania živých organizmov, úrovne koncentrácií a kombinácií prípravkov a ich účinku v rôznych agroekologických podmienkach (Koutroubas *et al.* 2014; Arif *et al.* 2016).

Cieľom príspevku bolo zhodnotiť vplyv dvoch biostimulátorov rastu BiomagicPlus a BlackJak® na produkčné parametre – výšku úrody nažiek a obsah oleja v nažkách slnečnice ročnej v teplej kukuričnej výrobní oblasti západného Slovenska.

MATERIÁL A METÓDY

Poľný maloparcelkový experiment bol založený v rokoch 2015 a 2016 na experimentálnej báze Strediska biológie a ekológie rastlín FAPZ SPU v Nitre – Dolná Malanta. Lokalita sa nachádza v teplej kukuričnej výrobní oblasti západného Slovenska (klimatická oblasť: teplá; klimatická podoblasť: suchá; klimatický okrsok: teplý, suchý s miernou zimou a dlhým slnečným svetom; pôda: hnedozem kultizemná). Osevný postup bol 7 honový, predplodinou slnečnice ročnej (*Helianthus annuus* L.) bola pšenica letná forma ozimná (*Triticum aestivum* L.). Obrábanie pôdy (podmietka, hlboká jesenná orba) a spôsob založenia porastu (medziriadková vzdialenosť: 0,70 m; vzdialenosť v riadku: 0,18 m) boli realizované konvenčným spôsobom pestovania slnečnice ročnej. Základné hnojenie bolo uskutočnené na základe agrochemického rozboru pôdy na predpokladanú výšku úrody 3 t.ha⁻¹. K výpočtu dávok jednotlivých hnojív bola použitá bilančná metóda.

V experimente boli zaradené dvojliniové olejnaté hybridy slnečnice ročnej: NK Neoma (stredne neskorý), SY Neostar (stredne skorý) a SY Estiva (stredne skorý) s normálnym typom oleja, vhodné pre ClearField® technológiu pestovania.

Foliárne boli aplikované nasledovné rastlinné biostimulátory rastu: BiomagicPlus – biostimulátor na báze baktérií *Azospirillum* sp. (fixujúcich N), *Bacillus megaterium* (baktéria sprístupňujúca P) a *Fratureia aurentia* (baktéria sprístupňujúca K). BlackJak® – biostimulátor na báze humínových kyselín a fulvokyselín. Varianty ošetrovania slnečnice ročnej rastovými biostimulátormi sú uvedené v Tabuľke 1.

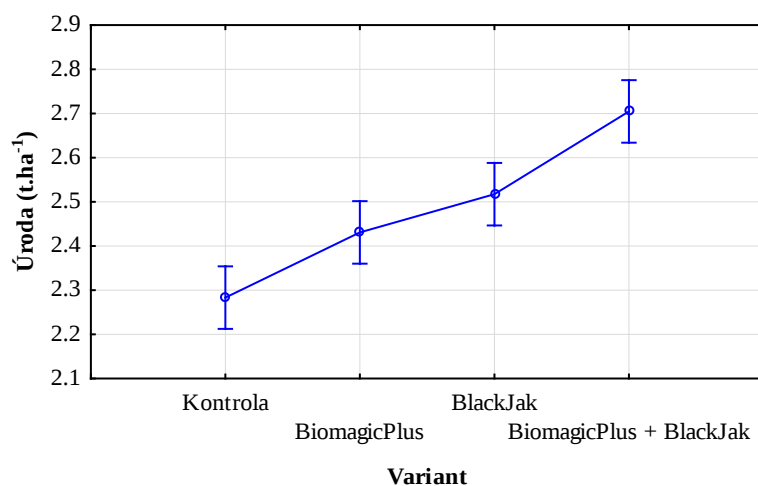
Tabuľka 1 Varianty ošetrovania slnečnice ročnej biostimulátormi rastu v pestovateľských sezónach 2015 a 2016

Variant	Termín aplikácie	Dávka
Kontrola	–	–
BiomagicPlus	BBCH 15	2 l.ha ⁻¹
BlackJak®	BBCH 15	1,5 l.ha ⁻¹
	BBCH 55	1,5 l.ha ⁻¹
BiomagicPlus + BlackJak®	BBCH 15	2 l.ha ⁻¹ + 4 l.ha ⁻¹

V experimente boli hodnotené produkčné parametre úroda nažiek (t.ha⁻¹) a obsah oleja v nažkách (%). Experiment bol založený metódou kolmo delených blokov s náhodným usporiadaním pokusných členov, v troch opakovaniach. Výsledky experimentu boli štatisticky vyhodnotené analýzou rozptylu prostredníctvom štatistického programu Statistica 10. Pri testovaní kontrastov bol využitý Fisherov LSD test ($\alpha = 0,01$).

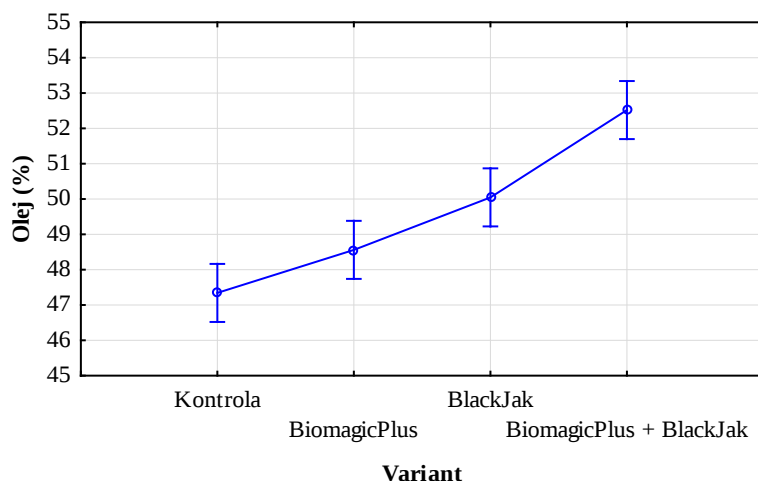
VÝSLEDKY A DISKUSIA

Priemerná úroda nažiek slnečnice ročnej v pestovateľských sezónach 2015 a 2016 dosiahla hodnotu 2,48 t.ha⁻¹. Najnižšia úroda nažiek bola zistená na kontrolnom variante. Najvyššia úroda nažiek bola zaznamenaná na variante s aplikáciou biostimulátorov BiomagicPlus + BlackJak®, kde bol pozorovaný nárast úrody v porovnaní s kontrolným variantom o 18 %, čo predstavuje 0,42 t.ha⁻¹. Výsledky analýzy rozptylu potvrdili štatisticky vysoko preukazný vplyv ($P < 0,001$) biostimulátorov rastu na ukazovateľ úroda nažiek (Obrázok 1).



Obrázok 1 Vplyv biostimulátorov rastu na úrodu nažiek slnečnice ročnej, testovanie kontrastov Fisherov LSD test ($\alpha = 0,01$; $P < 0,001$)

Priemerný obsah oleja v nažkách slnečnice ročnej počas pestovateľských sezón 2015 a 2016 dosiahol hodnotu 49,62 %. Najnižší obsah oleja v nažkách bol potvrdený na kontrolnom variante. Najvyšší obsah oleja v nažkách bol zaznamenaný na variante s aplikáciou biostimulátorov BiomagicPlus + BlackJak®, kde bol zistený nárast obsahu oleja v nažkách v porovnaní s kontrolným variantom o 11 %, čo predstavuje rozdiel 5,18 % oleja. Výsledky analýzy rozptylu potvrdili štatisticky vysoko preukazný vplyv ($P < 0,001$) biostimulátorov rastu na ukazovateľ obsah oleja v nažkách (Obrázok 2).



Obrázok 2 Vplyv biostimulátorov rastu na obsah oleja v nažkách, slnečnice ročnej, testovanie kontrastov Fisherov LSD test ($\alpha = 0,01$; $P < 0,001$)

Štatisticky preukazný vplyv biostimulácie na výšku úrody nažiek slnečnice ročnej zaznamenal Arif *et al.* (2016), ktorý dokumentuje zvýšenie úrody nažiek po aplikácii biostimulátora rastu, ktorého účinok bol založený na aktivite baktérií podporujúcich rast rastlín (*Rhizobium* sp.). Ako uvádza Ullah *et al.* (2017), aplikácia biostimulátora rastu, ktorý obsahoval baktérie (*Rhizobium* sp.), prispela k nárastu biomasy slnečnice ročnej a k zvýšeniu obsahu N a P v sušine takto ošetrovaných rastlín. Uvedené je dôkazom, že po využití biostimulátorov rastu, ktoré obsahujú prospešné pôdne baktérie, môže byť zabezpečený prísun makroprvkov baktériami aj tým plodinám, ktoré nepatria do čeľade bôbovité. Štatisticky vysoko preukazný vplyv biostimulátorov rastu na výšku úrody nažiek a obsah oleja v nažkách slnečnice ročnej potvrdili Heideri & Karami (2014) a Koutroubas *et al.* (2014). Heideri & Karami (2014) zaznamenali zvýšenie úrody nažiek a obsahu oleja v nažkách slnečnice ročnej po aplikácii biostimulátora rastu, ktorý obsahoval huby vyvolávajúce mykorrhizu (*Glumus mossea*, *Glumus etanicatum*). Zistenia uvedených autorov sú v súlade s výsledkami tohto experimentu, ktoré taktiež potvrdili zvýšenie úrody nažiek a obsahu oleja v nažkách slnečnice ročnej na základe pôsobenia živých organizmov. Ako uvádzajú Canellas *et al.* (2015) a Teren (2016), humínové kyseliny výrazne pôsobia proti degradácii pôdy a majú pozitívny vplyv na výšku úrod. Autori popisujú viacero poľných pokusov, kde zaznamenali zvýšenie kvantity i kvality produkcie poľných plodín po aplikácii prípravku, ktorý obsahoval humínové kyseliny a fulvokyseliny, čo je v súlade s výsledkami tejto štúdie.

ZÁVER

Z výsledkov experimentu, v ktorom bol v kukuričnej výrobní oblasti západného Slovenska v pestovateľských sezónach 2015 a 2016 hodnotený vplyv biostimulácie na produkčné parametre slnečnice ročnej je zrejmé, že účinok biostimulátorov rastu na úrodu nažiek a obsah oleja v nažkách bol štatisticky vysoko preukazný ($P < 0,001$). Najvyššia úroda nažiek a najvyšší obsah oleja v nažkách boli zaznamenané na variante s aplikáciou vzájomnej kombinácie biostimulátorov rastu BiomagicPlus a BlackJak®. Výsledky experimentu preukázali, že využitie biostimulácie pri pestovaní slnečnice ročnej prispelo k zvýšeniu hodnôt jej produkčných parametrov – úrody nažiek o 18 % a k zvýšeniu obsahu oleja v nažkách o 11 %. Poľnohospodárska prax zaznamenáva v súčasnosti pri pestovaní slnečnice ročnej negatívny vplyv klimatických zmien. Problém predstavuje najmä nedostatok vlhky v hlavnom vegetačnom období, ale i výskyt nových hubových a bakteriálnych chorôb. Na základe výsledkov experimentu je možné biostimuláciu porastov slnečnice ročnej považovať za významný racionalizačný prvok technológie jej pestovania, ktorý môže viesť k riešeniu súčasných problémov poľnohospodárskej praxe a k dosiahnutiu konkurencieschopnosti produkcie.

Podakovanie: Práca bola financovaná Vedeckou grantovou agentúrou Ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu Slovenskej republiky, projekt VEGA č. 1/0093/13.

LITERATÚRA

- ARIF, M. S., RIAZ, M., SHAHZAD, S. M., YASMEEN, T., AKHTAR, M. J., RIAZ, M.A., JASSEY, V. E. J., BRAGAZZA, L., BUTTLER, A. 2016: Associative interplay of plant growth promoting rhizobacteria (*Pseudomonas aeruginosa* QS40) with nitrogen fertilizers improves sunflower (*Helianthus annuus* L.) productivity and fertility of aridisol. In: *Applied Soil Ecology*, roč. 108, s. 238 – 247.
- 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. In: *Scientia Horticulturae*, roč. 196, s. 15 – 27.
- FAO. 2015: *FAO Statistical Yearbook – World Food and Agriculture*. Rome : Food and Agriculture Organization of the United Nations. 236 s. ISBN 978-92-5-108802-9.
- GARCÍA-LÓPEZ, J., LORITE, I. J., GARCÍA-RUIZ, R., ORDOÑEZ, R., DOMINGUEZ, J. 2016: Yield response of sunflower to irrigation and fertilization under semi-arid conditions. In: *Agricultural Water Management*, roč. 176, s. 151 – 162.
- HEIDERI, M., KARAMI, V. 2014: Effects of different mycorrhiza species on grain yield, nutrient uptake and oil content of sunflower under water stress. In: *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, roč. 13, s. 9 – 13.
- KALEEM, S., HASSAN, F. U., AHMAD, M. *et al.* 2011: Effect of growing degree days on autumn planted sunflower. In: *African Journal of Biotechnology*, roč. 10, č. 44, s. 8840 – 8846.
- KOUTROUBAS, S. D., VASSILIOU, G., DAMALAS, C. A. 2014: Sunflower morphology and yield as affected by foliar applications of plant growth regulators. In: *International Journal of Plant Production*, roč. 8, č. 2, s. 215 – 230.
- MICHALAK, I., CHOJNACKA, K., SAEID, A. 2017: Plant Growth Biostimulants, Dietary Feed Supplements and Cosmetics Formulated with Supercritical CO₂ Algal Extracts. In: *Molecules*, roč. 22, č. 1.
- OLWE, V. I., FOLARIN O. M., ADENIREGUN O. O., ATAYESE, M. O., ADEKUNLE, Y. A. 2013: Seed yield, head characteristics and oil content in sunflower varieties as influenced by seeds from single and multiple headed plants under humid tropical conditions. In: *Annals of Applied Biology*, roč. 163, č. 3, s. 394 – 402.
- OZTRUK, E., POLAT, T., SEZEK, M. 2017: The effect of sowing date and nitrogen fertilizer form on growth, yield and yield components in sunflower. In: *Turkish Journal of Field Crops*, roč. 22, č. 1, s. 143 – 151.
- TEREN, J. 2016: Use of humic acids against soil degradation and for yield increasing. In: *Prosperous oil crops 2016*, s. 204 – 206. Praha : Česká zemědělská univerzita. ISBN 978-80-213-2693-4.
- ULLAH, S., QURESHI, M. A., ALI, M. A., MUJEEB, F., YASIN, S. 2017: Comparative potential of *Rhizobium* species for the growth promotion of sunflower (*Helianthus annuus* L.). In: *Eurasian Journal of Soil Science*, roč. 6, č. 3, s. 189 – 196.
- VAN OOSTEN, M. J., PEPE, O., DE PASCALE, S. *et al.* 2017: The role of biostimulants and bioeffectors as alleviators of abiotic stress in crop plants. In: *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, roč. 4, č. 5.

Adresa autorov:

Ing. Dávid ERNST, PhD., e-mail: david.ernst@uniag.sk

doc. Ing. Ivan ČERNÝ, PhD., e-mail: ivan.cerny@uniag.sk

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov,

Katedra rastlinnej výroby, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra.

ANALÝZA VÝBERU VHODNÝCH HYBRIDOV KUKURICE PRE PODMIENKY PD V SMOLENICIACH

Analysis of appropriate maize hybrids for Smolenice farm conditions

ONDREJ PINČEK – ŠTEFAN TÝR

Katedra udržateľného poľnohospodárstva a herbológie, FAPZ SPU v Nitre

Maize is an important field crop and commodity. In cultivation technology, besides machining, fertilizing and regulating pests, it is important to select a hybrid for a specific location. The aim of the study was to evaluate the 4 year period of cultivation in terms of selecting the appropriate hybrid for the Smolenice site. The conditions for cultivation were standard in terms of soil cultivation, pre-seed preparation, and fertilization by manuring and fertilizers. The seed was watery against the Ostrinia nubilalis, and the Diabrotica virgifera virgifera Le Conte. The sowing was carried out in an agro technical term. The planted hybrids were DKC4590, DKC4608, and LG30.369. Evaluated were three maize hybrids for yield and yield attributes during four consecutive growing seasons, 2014 to 2017, and heat tolerance and yield potential. Yield and moisture rate was measured during 2014 to 2017. Analysis of variance of grain yield and its attributes during four years showed significant variations in yield, year of cultivation and their interaction to heat and drought stress. The regulation of bleeding was a two-phase PREE and POST application of herbicides in each year. The reduced amount of rainfall in 2015 and 2017 had a negative impact on maize harvest, which averaged from 9.21 to 10.72 tons per hectare.

Key words: maize, hybrids varieties, yield potential, heat and drought stress, water efficienc, Agricultural company Smolenice

ÚVOD

Vplyv prostredia na pestovanie hybridov kukurice siatej zohráva významný prvok intenzifikácie pestovania kukurice siatej na Slovensku. V súčasnosti je kukurica siata veľmi lukratívnou plodinou na Slovensku ale i vo svete. V rámci obilnín má svoje významné postavenie, zaradila sa medzi najrýchlejšie rozvíjajúce sa plodiny. Technologické inovácie umožňujú dnes farmárom pestovať túto plodinu i na miestach, kde to ešte donedávna bolo nemožné. Za posledné roky vzrástol záujem o jej použitie priamo pre výživu ľudí. Vyrábajú sa z nej potravinárske produkty ako kukuričná krupica (používa sa na výrobu kukuričnej kaše) drvina na výrobu piva, múka na výrobu cestovín, chleba či sušienok, kukuričná ryža, kukuričný kuskus, kukuričné lupienky, krupica na výroby extrudovaných výrobkov. Výrobky sa vyznačujú vysokým obsahom vlákniny a sú prospešné pre ľudský organizmus. Kukurica siata taktiež zohráva úlohu v škrobárenskom priemysle (prísada do pudíngov) a svoje uplatnenie nachádza aj vo farmácii (výroba liečiv – antibiotík). Ďalej z nej možno vyrábať aj biologicky rozložiteľné plasty (Zimolka et al. 2008). Výsledky Trnka et al. (2011) poukazujú, že predpokladaná rýchlosť zmeny je bezprecedentná v dostupných agroklimatických záznamoch; teda adaptácia sa nemôže spoliehať na minulosť. V dôsledku toho budú poľnohospodárski producenti v tejto oblasti nútení výrazne posilniť ich adaptačné schopnosti a rozvíjať pružné postupy, ktoré odrážajú rýchlo sa meniace agroklimatické podmienky.

Kovačević et al. (2004) sa zmieňujú o hybridoch s vyššou hodnotou FAO, vytvárajúcich mohutný koreňový systém, čo im umožňuje dobre využívať živiny z hlbších vrstiev pôdneho profilu. Rovnomerné rozmiestnenie živín tak obmedzuje zvýšenie osmotického tlaku, čo má priaznivý vplyv na samotný príjem živín a zároveň je podporovaný rozvoj koreňového systému. Výsledky dokumentujú, že monokultúrne pestovanie kukurice siatej viac rokov po sebe najviac znižuje obsah živín v podornicových vrstvách pôdy. Aby sa dosiahlo obsahové zvýšenie živín prvkov v podornicových vrstvách, je potrebný väčší vertikálny pohyb všetkých živín vrátane dusíka. Nedostatočným vertikálnym pohybom všetkých živín sa prispieva ku zvýšeniu koncentrácie soli, ktoré v suchom období pôsobia na kukuricu siatu mimoriadne depresívne.

MATERIÁL A METÓDY

Poľné poloprevádzkové pokusy boli založené na PD v Smoleniciach na hlinitej pôde. Teplota v katastri klesá spolu v závislosti od nadmorskej výšky. V miestach s nadmorskou výškou 150 – 200 m n.m. priemerná ročná teplota dosahuje 9 až 10 °C. V polohách od 200 – 300 m n.m. priemerná teplota klesá až na hodnotu 7°C. Dlhodobý ročný priemer atmosférických zrážok bol tiež podmienený nadmorskou výškou. V nižších polohách sa zaznamenali priemerné zrážky s hodnotami 700 – 800 mm a vo vyšších miestach Malých Karpát zrážky predstavujú rozpätie 800 – 900 mm vody na 1 m². Celkový ročný priemer úhrnu zrážok v katastri dosahuje 810 mm, z toho na vegetačné obdobie pripadá 417 mm a na obdobie vegetačného kľúdu 393 mm vody. V roku je asi 40 dní s 0,20 – 0,30 m snehovou pokrývkou. Vplyvom prevládajúcich severovýchodných vetrov sa vytvára vlastná mikroklima charakteristická pre túto oblasť. Obzvlášť nebezpečnými javom sú jarné mrazy.

Predplodinou bola vždy na 80 % plochy pšenica letná forma ozimná, na 20 % bola predplodinou kukurica siata. Na 20 % plochy bola kukurica siata morená insekticídnym moridlom Force[®] alebo Sonido[®]. Obilninovú predplodinu pre kukuricu siatu na zrno v svojej práci považujeme ako štandardne používanú predplodinou. Na jeseň bolo vykonané klasické obrábanie pôdy. Tento systém zahŕňa tri pracovné operácie. Prvou z nich je podmietačka, urobená ihneď po zbere predplodiny do hĺbky 80 – 100 mm. Využívajú sa tanierové brány Lemken, typ Rubin 6000 so 6 m záberom, použité boli i tanierové podmietače, radličkové, alebo rotačné kypriče. Po podmietačke nasledovala hlboká orba do hĺbky 0,25 – 0,28 m, ktorá zabezpečila kvalitné zaoranie rastlinných zvyškov a na parcelách hnojených maštalným hnojom jeho kvalitné zapravenie do pôdneho profilu. V závislosti od klimatických podmienok sa rozmetanie a zaorávanie maštalného hnoja ako i hlboká orba vykonáva v termínoch od 25. septembra až do 15. novembra so zreteľom na to, či sú dané pozemky osiate pšenickou letnou formou ozimnou alebo pripravené na sejbu jarín. PD v Smoleniciach využíva vlastné zdroje živočíšnej výroby pri produkcii a aplikácii maštalného hnoja a to v dávke 23 ton na ha. Poľnohospodárske družstvo v Smoleniciach využíva prioritne iba chemickú ochranu porastov kukurice proti burinám, chorobám i škodcom počas celej vegetácie. Poľnohospodárske družstvo v Smoleniciach používa postrekovač značky Hardy Navigator s 24 m záberom a objemom nádrže 4 000 l. Ako ťažný prostriedok sa využíva traktor značky Fendt 933 Vario, ktorý disponuje kultivačnými kolesami. Družstvo kladie dôraz na kvalitné ošetrovanie a čisté porasty, ktoré sú základom produkcie úrody tak ako to uvádza Fuksa et al. (2004). PD Smolenice aplikuje v preemergentnom ošetrovaní selektívny herbicíd Gardoprim[®] Gold Plus 500 SC. Aplikčná dávka bola 4 litre na ha v množstve vody 400 l. Opravné ošetrovanie bolo na postemergentnú aplikáciu použité Laudis[®] OD v dávke 2,2 litre na ha na 200 l vody (Pinček 2016).

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Na úrody sledovaných hybridov kukurice siatej mali v rokoch 2014 až 2017 najväčší vplyv nasledovné sledované faktory. Na jar sa príprava pôdy vykonáva kompaktorom Väderstad a aplikujú sa priemyselné hnojivá a nasleduje druhá kultivácia kombinátorom Väderstad z dôvodu zapracovania priemyselného hnojiva do hĺbky pôdneho profilu.

Tabuľka 1. Prehľad pracovných operácií v rokoch 2014 až 2017

Pracovná operácia/rok	2014	2015	2016	2017
Termín sejby	10.4. – 21.4.	7.4. – 20.4.	15.4 – 24.4.	5.4. – 13.4.
Výmera	363 ha	355 ha	371 ha	360 ha
Obrábanie pôdy a predsejbová príprava	štandardné klasické	štandardné klasické	štandardné klasické	štandardné klasické
Hĺbka sejby/ Medziriadok	60 – 70 mm 750 mm	60 – 70 mm 750 mm	60 – 70 mm 750 mm	60 – 70 mm 750 mm
Hustota sejby (jedince/ha)	82 000 – 85 000	82 000 – 85 000	82 000 – 85 000	82 000 – 85 000

Zdroj: Poľnohospodárske družstvo v Smoleniciach (2017)

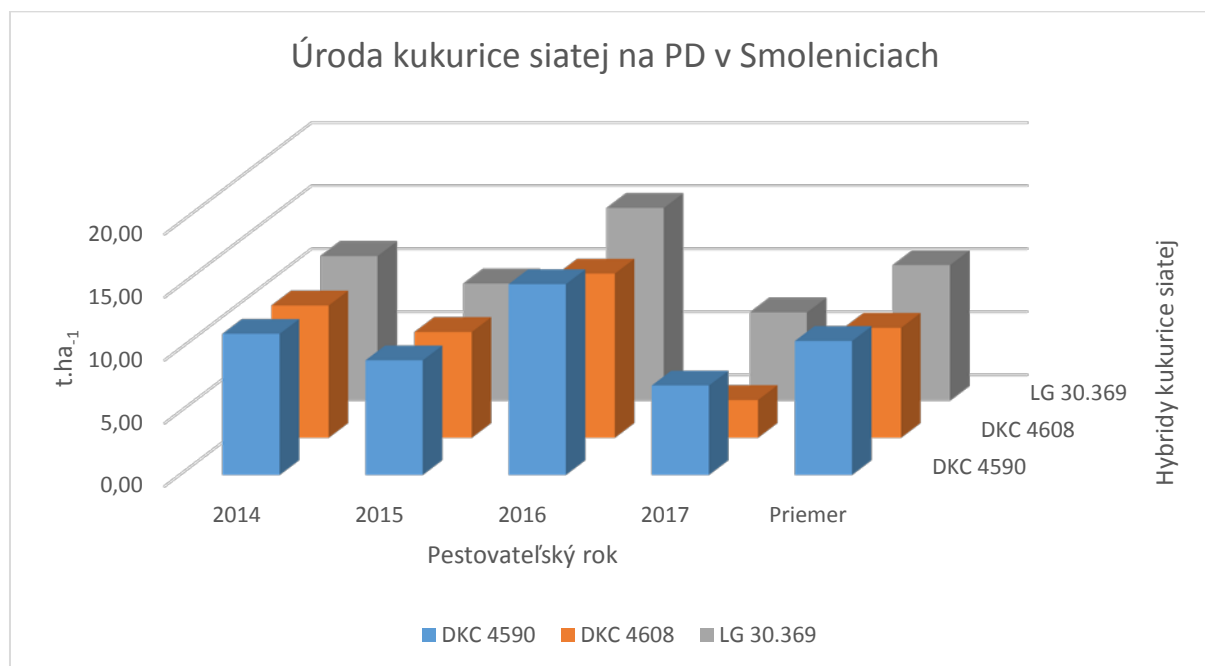
Ošetrovania musia byť vykonané kvalitne a správne tak, aby porasty vydržali v dobrej kondícii čo najdlhšie. Dôraz na kvalitné chemické, či mechanické ošetrovanie v svojej práci kladie i Peterka – Stach (2007).

Tabuľka 2. Pestované hybridy, výmera, úrody kukurice siatej na zrno v rokoch 2014 až 2017

Vegetačné obdobie	Pestovateľská plocha (ha)			Priemerná úroda zrna pri štandardnej vlhkosti (t.ha ⁻¹)		
	DKC4590 FAO 350	DKC4608 FAO 380	LG30.369 FAO 370	DKC4590 FAO 350	DKC4608 FAO 380	LG30.369 FAO 370
2014	105,00	143,00	115,00	11,20 cd	10,50 bc	11,48 cd
2015	147,00	130,00	78,00	9,10 b	8,40 b	9,30 b
2016	126,00	95,00	150,00	15,14 d	13,03 cd	15,29 d
2017	121,00	75,00	164,00	7,10 ab	3,00 a	7,00 ab
Priemer	124,75	110,75	124,50	10,63	8,73	10,76

Zdroj: Poľnohospodárske družstvo v Smoleniciach (2017)

V rámci daných podmienok PD Smolenice sa snažili maximalizovať dávky ošetrovaní, výživy a ich aplikáciu v vyššom štandardne použitej technológii tak, aby sa všetky pridané vstupy pozitívne prejavili na výške úrody zrnovej kukurice. Intenzifikácia v rámci daných pôdno-klimatických podmienok má výrazný vplyv na výšku dosiahnutých výsledkov, čo v svojej práci popísal i Voronin et al. (2011). Šnobl et al. (2011) vo svojej práci poukazuje na hlboké obrábanie pôdy pre zabezpečenie správneho vývoja koreňového systému a tak aj na PD v Smoleniciach sa prikláňajú k tejto teórii. Predsejbová príprava a sejba sú vykonávané v súlade s požiadavkami kukurice siatej. V roku 2014 bol preemergentne použitý selektívny herbicíd Gardoprim® Gold Plus 500 SC. Aplikčná dávka bola 4 l na ha v množstve vody 400 l. Postrek bol aplikovaný 3 dni po sejbe. V roku 2015, 2016 a 2017 bolo použité identické chemické ošetrovanie i skladba prípravkov proti burinám. Opravné ošetrovanie bolo na postemergentnú aplikáciu použité Laudis® OD v dávke 2,2 l na ha na 200 l vody. Reálne boli 2 ošetrovania porastu proti burinám na celej ploche kukurice za sledované obdobie.



Obrázok 1. Priemerné úrody kukurice siatej na PD v Smoleniciach za roky 2014 až 2017

ZÁVER

Hybridy kukurice siatej pestované v Smoleniciach na základe analyzovaných pestovateľských ročníkoch 2014 až 2017 najviac ovplyvnilo:

1. Z hľadiska hodnotenia agroklimatických podmienok bol pre pestovanie kukurice siatej na zrno bol najúspešnejší pestovateľský ročník 2016.
2. Predplodinou kukurice siatej vo všetkých sledovaných ročníkoch bola pšenica letná forma ozimná.
3. Hlboká orba s otočným pluhom bola vykonaná do hĺbky 250 – 280 mm, v termíne od 25. septembra do 15. novembra, mala kladný vplyv na úrody.
4. V roku 2014 bolo rozmetadlom Amzone aplikované hnojivo NPK 15-15-15, v dávke 300 kg na ha. V roku 2015, 2016 a 2017 sa aplikovalo hnojivo Eurofertil Plus NP 35 a Eurofertil Plus NPS 49 namiesto NPK hnojív, zásoba draslíka v pôde bola dostatočná a aplikované hnojivá obsahovali viac fosforu, čím sa zlepšila prístupnosť živín pre porasty kukurice siatej.
5. Zber kukurice na zrno bol uskutočnený v mesiacoch september až október. Zrno bolo zberané pri vlhkosti 22 – 29 % obilným kombajnom John Deere T660i s použitím kukuričného adaptéra Geringhoff Horizon Star II, úrody boli následne prepočítané na štandardnú vlhkosť.
6. Vyššia úroda bola dosiahnutá v roku 2014 a 2016. V pestovateľskom ročníku 2015 a 2017, ktorý bol charakteristický extrémnymi letnými teplotami a nízkym úhrnom zrážok počas vegetačného obdobia kukurice siatej boli dosiahnuté podpriemerné úrody.
7. Zhodnotenie výberu hybridov: V rokoch 2014 až 2017 pestované hybridy dosiahli nasledovné úrody. Hybrid DKC4590 dosiahol úrodu 10,49 t na ha, hybrid DKC4608 dosiahol o 1,28 t nižšiu úrodu a najvyššia produkcia zrna bola zaznamenaná pri hybride LG 30.369 10,72 t na ha. V extrémnom ročníku akým bol rok 2017, dosiahli pestované hybridy nasledovné výsledky. Hybrid DKC4590 dosiahol úrodu 6,50 t na ha, hybrid DKC4608 dosiahol o 900 kg nižšiu úrodu a najvyššia produkcia zrna bola zaznamenaná pri hybride LG 30.369 6,80 t na ha. Pre lokalitu Smolenice je vhodný hybrid s FAO 350 až FAO 370.

LITERATÚRA

- FUKSA, P. et al., 2004: Influence of weed infestation on morphological parameters of maize (*Zea mays* L.). In: *Plant Soil and Environment* - online, Vol. 50, p. 371 – 378.
- KOVAČEVIĆ, V. et al. 2004: Fertilization impacts on the yield and nutritional status of maize (*Zea mays* L.). In: *Cereal Research Communications*, Vol. 32, No. 3, 2004, p. 403 - 410.
- PETERKA, J., STACH, J. 2007: Kukurice – plodina citlivá na zaplevelení. In: *Agromagazín*, Vol. 8, No. 5, 2007, p. 12 - 17.
- PINČEK, O. 2016: Agronomická analýza pestovania hybridov kukurice siatej na zrno v rokoch 2014 a 2015 na Poľnohospodárskom družstve v Smoleniciach. Diplomová práca. 2016. 80p.
- ŠNOBL, J. 2004: Rostlinná výroba IV. (chmel, len, konopí, využití biomasy k energetickým účelům). Vyd. 1. Praha: Česká zemědělská univerzita, Agronomická fakulta, Katedra rostlinné výroby. 2004, 119 p.. ISBN 80-213-1153-2.
- TRNKA, M. et al. 2011: Remove from marked Records A 200-year climate record in Central Europe: implications for agriculture. CABI International, In: *Agronomy for Sustainable Development*. 2011. Vol. 31, No. 4, pp. 631-641, 2011, ISSN: 1774-0746.
- VORONIN, A. N., DOMANOV, N. M., IBADULLAEV, K. B. 2011: Remove from marked Records. Optimizing grain maize cultivation technology in a grain-arable crop rotation. CABI International. In: *Kukuruza i Sorgo*. 2011. No. 3, pp. 9-12, 2011, ISSN: 0233-7770.
- ZIMOLKA, J. et al. 2008: Kukuřice – hlavní a alternativní užitkové směry, Praha : ProfiPress s.r.o., 2008. p. 75-109. ISBN 978-80-86726-31-1.

Adresa autorov: Ing. Ondrej Pinček, Katedra udržateľného poľnohospodárstva a herbológie, FAPZ SPU v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, E-mail: ondro.pincek[at]gmail.com; doc. Ing. Štefan Týr, PhD., KUPH, FAPZ SPU v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, E-mail: Stefan.Tyr[at]uniag.sk.

FENOTYPOVANIE KVANTITATÍVNYCH ZNAKOV ŠALÁTU (*Lactuca sativa* var. *capitata* L.) PRE PODMIENKY SUCHA

Phenotyping quantitative traits of lettuce (*Lactuca sativa* var. *capitata* L.) under drought conditions

KATARÍNA OLŠOVSKÁ – MAREK KOVÁR – KLAUDIA BRÜCKOVÁ – MAREK ŽIVČÁK - MARIÁN BRESTIČ - OKSANA SYTAR

Katedra fyziológie rastlín, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

In the control conditions of Laboratory of plant production physiology and eco-physiology at RC Agrobiotech of the SUA Nitra the pot vegetation experiment with 12 light green, dark green and red genotypes of lettuce was conducted by help of automated phenotyping facility (Slovak PlantScreen Phenotyping Unit, PSITM, Brno-Drásov, Czech Republic). The aim was to plant responses to long-term drought induced by withholding watering and deal with a screening genotypes based on their improved tolerance to long-term dehydration as a complex of performance, growth, morphometric and structural and metabolic parameters derived from the optic biophysical methods of automated whole plant imaging system followed by image creation, data analyses and processing.

Key words: *growth, morphometry, osmotic adjustment, carotenoid reflectance index, lettuce, phenotype, drought*

ÚVOD

Zlepšená produkčná schopnosť v suchých podmienkach nie je len doménou hlavných strategických plodín, ako je pšenica, kukurica, ryža, sója a pod. (Long, Zhu, Naidu et al. 2006), ale v kontexte prebiehajúcej klimatickej zmeny ale aj trhových požiadaviek v súčasnosti je zaujímavá aj u iných plodín vrátane zeleniny. Výber tolerantnejších odrôd voči suchu umožňuje zefektívňovať ekonomiku produkcie, uchovávať kvantitatívne i kvalitatívne vlastnosti biomasy pri nižších nárokoch na vodu a pod. Ekonomika pestovania plodiny v neistých, resp. nestabilných produkčných oblastiach s výskytom sucha sa odvíja nutne od potreby vody na vyprodukovanú biomasu (TE, transpiračná efektívnosť), resp. proporčne bude dôležité, koľko uhlíka sa asimiluje do biomasy vo vzťahu k celkovej spotrebe vody (tzv. plodinové WUE) (Blum 2005). Ide o kľúčový integrovaný parameter hodnotiaci ekonomiku produkčného procesu plodín, ale predstavuje aj cieľový parameter pre selekciu a šľachtenie do podmienok sucha. Produkcia nových vysoko produktívnych odrôd plodín s vlastnosťami tolerance či odolnosti voči suchu predpokladá testovanie fenotypových znakov a vlastností nových genotypov uvoľnených zo šľachtenia pre širokú škálu podmienok počas viacerých rokov, čo umožní vyselektovanie materiálov, ktoré spĺňajú stanovené požiadavky (Tuberosa, 2012; Sytar, Brestic, Zivcak et al. 2017). Automatizovaným fenotypovaním je tento proces možné urobiť za podstatne kratší čas a poskytnúť tak rýchlejšie pestovateľom požadovaný biologický materiál.

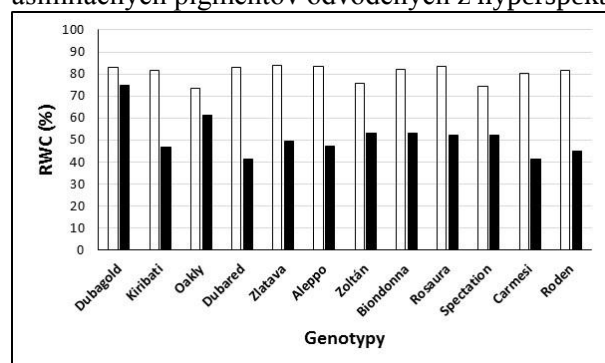
MATERIÁL A METÓDY

Genotypy šalátu (*Lactuca sativa* var. *capitata* L.) listovej formy (svetlozelené: Dubagold, Zlatava, Zoltán; tmavozelené: Kiribati, Biondonna, Aleppo; červené: Oakly, Dubared, Rosaura, Spectation, Carmesi, Roden) boli v štádiu klíčencov presadené z predpestovačov do fenotypovacích plastových kvetináčov o objeme 3 l so štandardným komerčným záhradným substrátom. Nádoby boli umiestnené na dopravníkový systém fenotypovacej linky (Slovak PlantScreen Phenotyping Unit; PSITM Brno) v Laboratóriu produkčnej fyziológie a ekofyziológie rastlín VC Agrobiotech predstavujúci pestovateľský priestor laboratória s denným príkonom žiarenia a umelým dosvetľovacím systémom poskytujúcim celkové saturačné osvetlenie pre rastové procesy a fotosyntézu C3 rastlín na úrovni 500 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ fotosynteticky aktívnej radiácie (FAR). Podľa nastaveného protokolu pestovania boli rastliny vystavené dennej fotoperióde 14 h svetlo/10 h tma s intenzitou umelého FAR 380 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, relatívnej vzdušnej vlhkosti 45% a teplote 19/25°C (noc/deň). Rastliny boli zavlažované automaticky na základe gravimetrického zisťovania úbytkov vody z nádob automatickým

vážením. Na 32. deň pestovania boli rastliny vystavené postupnej dehydratácii zastavením zavlažovania s priemernou postupnou redukciou obsahu vody v nádobách z 3,5 na 0,8 g.g⁻¹ pôdy. Počas dehydratácie všetky kontrolné i stresované rastliny boli každý deň až do 28. dňa dehydratácie (celkovo 59. dňa pestovania) merané automaticky systémom fluorescenčnej zobrazovacej kamery FluorCam (PSI, Brno), RGB kamery a hyperspektrálnych kamier VNIR a SWIR (PSI Brno), ktorými sa snímalo reflektované svetlo z rastlín, a z raw údajov sa vytvorili počítačové 2D plošné obrazy rastlín ako výsledok interakcie dopadajúceho svetla a samotných (povrchových i vnútorných) štruktúr rastlín. Dané obrazy ako súbory pixelov zobrazené v reflektovanom svetle určitej vlnovej dĺžky (resp. rozsahu vlnových dĺžok) sa vyhodnocovali a vyjadrovali PC softvérom v podobe parametrov fotosyntézy (výkonnosti), rastu a morfometrie, ako aj obsahu špecifických metabolitov. Tieto výsledky boli doplnené parametrami z deštruktívnej rastovej analýzy, relatívneho obsahu vody, obsahu asimilačných pigmentov, ako aj niektorých biochemických parametrov (obsah voľného prolínu a pod). Takýmto spôsobom sme získali pomerne podrobný obraz o tom, ako sa stresované rastliny šalátu správali voči kontrolným rastlinám v podmienkach sucha, ako sa menila ich fotosyntetická aktivita a efektívnosť, morfometrické a rastové parametre, príp. aké špecifické metabolity sa produkovali ako odpoveď na aplikovaný stres.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Z výsledkov 61 dňového pokusu s dehydratáciou genotypov šalátu vyplýva, že genotypy rozdielne reagovali na stres z dehydratácie v parametroch vodného stavu listov, fotosyntézy odvodených z fluorescencie chlorofylu, v rastových a morfometrických parametroch, ako aj parametroch obsahu asimilačných pigmentov odvodených z hyperspektrálnych analýz.



Obrázok 1. Hodnoty relatívneho obsahu vody (RWC) u kontrolných a stresovaných genotypov šalátu merané v 59. deň experimentu (merania na dennej báze; priemer zo 4 opakovaní)

V relatívnom obsahu vody dominovali svetlozelené genotypy, konkrétne Dubagold a Oakly, ktoré si uchovali najvyšší obsah vody až do záveru stresovania (75% a 61%). Najnižší obsah vody dosiahli červené genotypy Dubared a Carmesi (oba 41% RWC) (obr. 1).

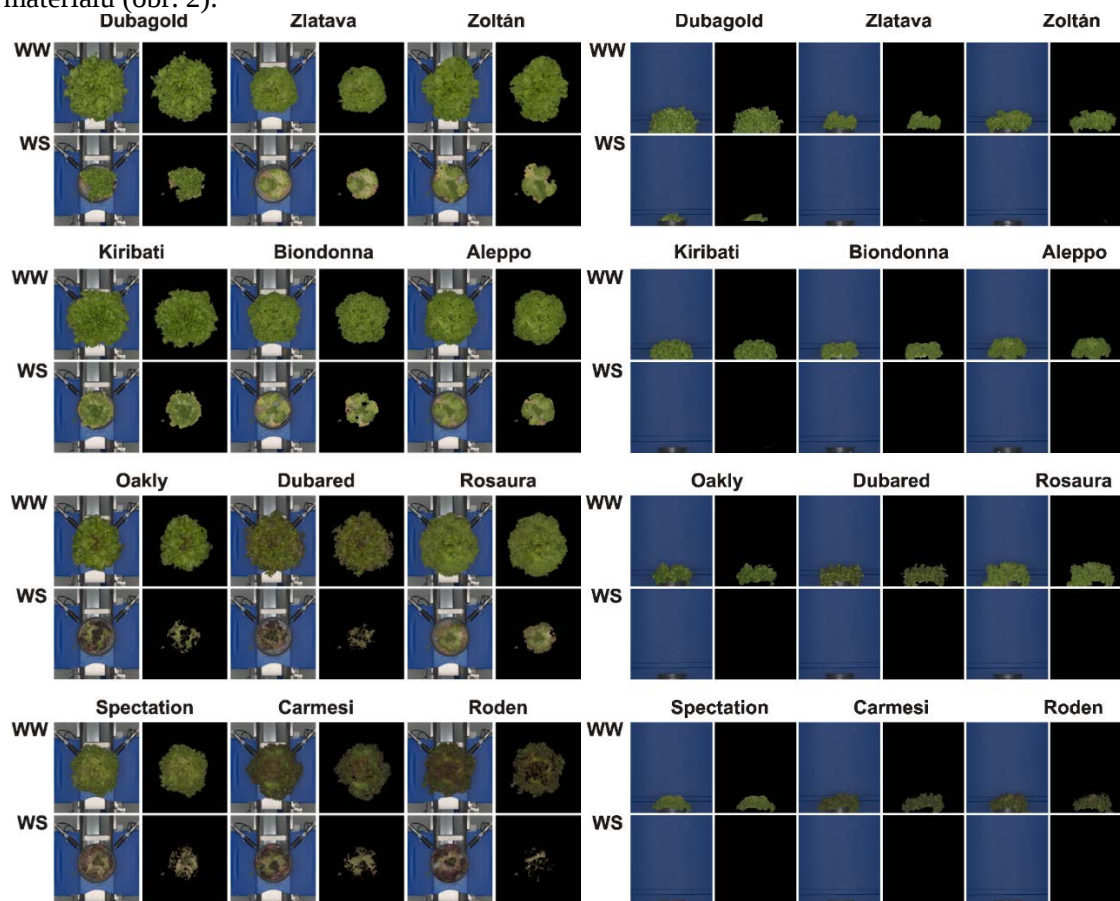
Rôzny obsah vody počas sucha bol výsledkom rozdielnej osmotickej adjustácie pletív listov na vodný deficit. Z hodnôt osmotickej adjustácie (OA) meranej ako osmotický potenciál dehydratovaných vzoriek nasýtených na 100% obsah vody čiže plný turgorový stav (Ψ_{s100}) vyplýva, že najlepšiu osmotickú úpravu mal genotyp Kiribati (znížil Ψ_{s100} z -1,33 na -2,65 MPa), kým najslabšiu OA mal genotyp Carmesi (pokles Ψ_{s100} z -1,30 na -1,32 MPa). Vo všeobecnosti červené genotypy nemali vyššiu OA, ako sme pôvodne predpokladali, skôr to boli tmavozelené a výnimku tvoril aj svetlozelený genotyp Zoltán (pokles z -1,33 na -2,40 MPa).

Tabuľka 1. Priemerné hodnoty osmotického potenciálu listových pletív šalátu v MPa merané pri plnom turgore listov (Ψ_{s100}) u kontroly (well watered) a stresu (dehydrated) so smerodajnou odchýlkou (merania na dennej báze; priemer zo 4 opakovaní, každé opakovanie = jedna rastlina)

Well watered			Dehydrated		
Genotyp	Average	SD	Genotyp	Average	SD
Dubagold	-1.975371836	0.63818495	Dubagold	-1.838259378	1.548069525
Zlatava	-1.187707151	0.109570287	Zlatava	-1.476692537	0.263594709
Zoltán	-1.331704486	0.450383567	Zoltán	-2.393720712	0.758847496
Kiribati	-1.334644611	0.418110118	Kiribati	-2.648842198	0.8639657
Biondonna	-1.247788082	0.055392211	Biondonna	-1.728388986	0.248479938
Aleppo	-1.2091337	0.275285039	Aleppo	-2.262318792	0.745885526
Oakly	-1.418024227	0.221431128	Oakly	-2.013853492	0.407045619
Dubared	-1.504105904	0.237384956	Dubared	-1.962687609	0.306353577
Rosaura	-1.373332352	0.08509191	Rosaura	-1.67619978	0.50578174
Spectation	-1.678003573	1.358322012	Spectation	-2.099423823	0.423237999
Carmesi	-1.306367063	0.064824872	Carmesi	-1.325928137	0.277864315
Roden	-1.10523111	0.204286302	Roden	-1.821075894	0.386096551

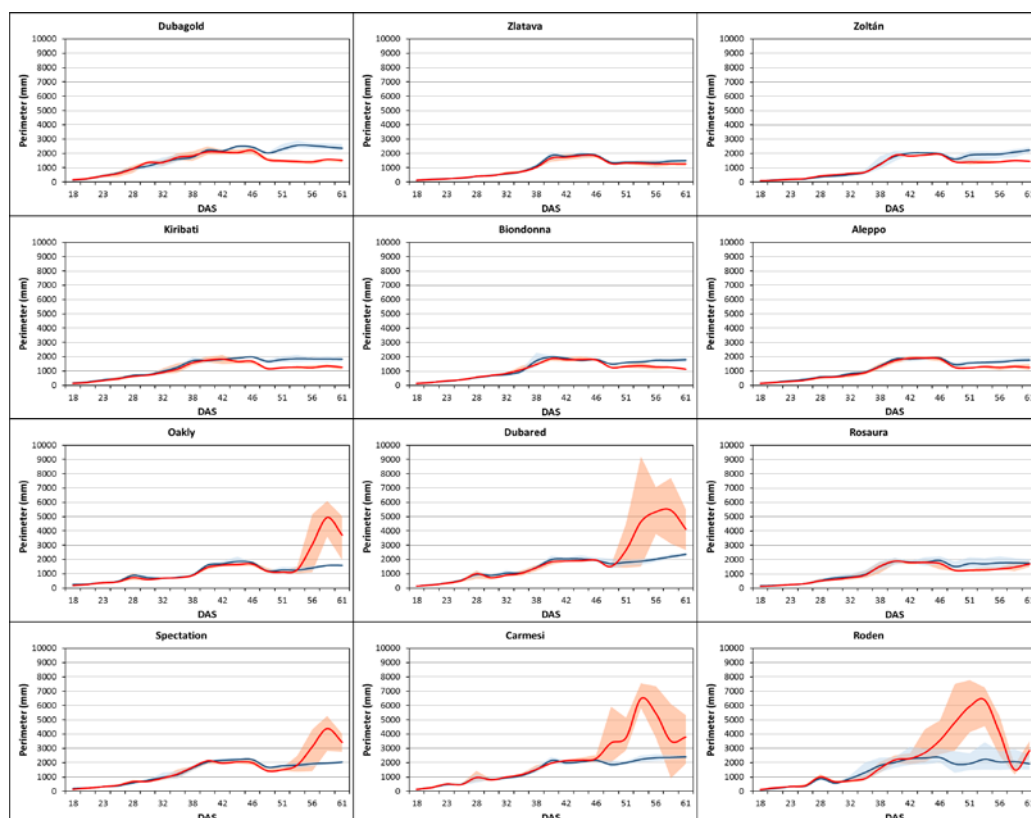
Analýza prolínu ukázala najvyššie hodnoty pre Kiribati a Aleppo (-2,64 a -2,26 MPa), teda prolín možno považovať za prevládajúcu osmoticky aktívnu molekulu v týchto genotypoch. Genotyp Dubagold nemal vysokú OA ani obsah prolínu počas sucha, preto najvyšší obsah vody musel dosiahnuť inými mechanizmami (preskupením vody, aktívnou prieduchovou reguláciou transpirácie a pod.) (tab. 1).

Z analýz fotografického plošného zobrazovania (RGB imaging) rastlín v oblasti viditeľného svetla zachytávame povrch rastlín, teda vieme z týchto údajov odvodiť mnohé geometrické či morfometrické a rastové parametre rastlín špecificky reagujúce na sucha a umožňujúce skríning biologického materiálu (obr. 2).



Obrázok 2. Reálne RGB obrázky rastlín šalátu merané RGB kamerou vo viditeľnom spektre (modré polia) a obrázky upravené binarizáciou, korekciou a segmentovaním obrazu s priradením farieb (čierne polia). Zábery merané kamerou zhora (ľavá strana) aj zboku (pravá strana) na zavlažených kontrolných a stresovaných rastlinách na 28. deň dehydratácie.

Planárna plocha rastlín (A; mm²), ktorá vyjadruje povrch tela rastliny, nie súčet plochy jednotlivých listov, vyšla viac-menej homogénne s nízkou variabilitou u všetkých sledovaných genotypov. Začiatok poklesu planárnej plochy rastlín u stresového variantu nastal v priemere od 10. po 13. deň stresovania ako dôsledok poklesu turgoru a upadania listov.

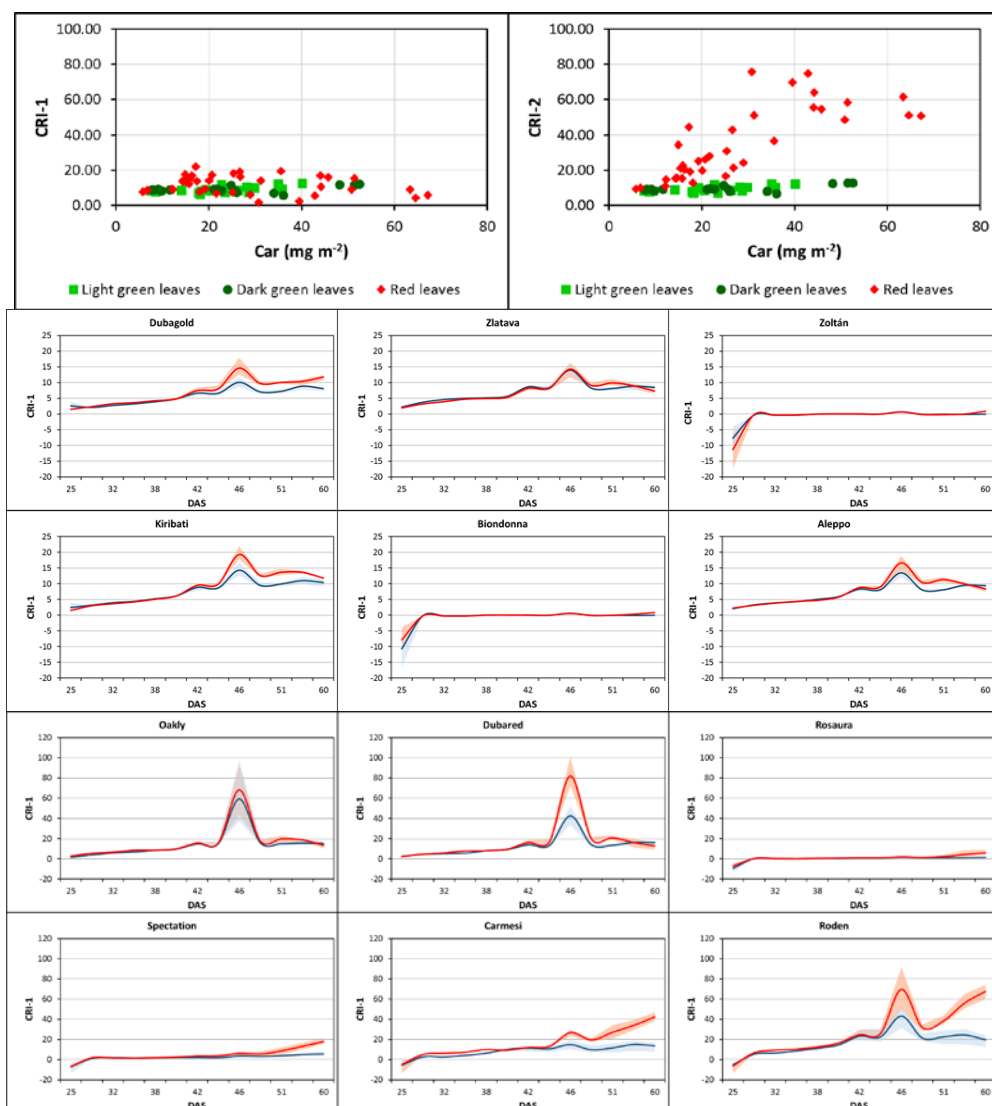


Obrázok 3. Perimeter (obvod) rastlín šalátu v mm meraný RGB plošným zobrazovaním pre kontrolné i stresové rastliny (merania na dennej báze; priemer zo 4 opakovaní)

Zvýšenie perimetra (obvodu) rastlín červených genotypov šalátu stresovaných suchom začalo od 10. až 18. dňa dehydratácie a bolo výsledkom najmä poklesu turgoru v listoch a ich narovnaním, nakoľko poklesli do plagiárnejšej polohy vo vzťahu ku kontrolným rastlinám, ktoré boli vzpriamenejšie a kučeravejšie v porovnaní so zelenými genotypmi (obr. 3).

Kruhovitosť (K) meraná z hornej (top) kamery sa pohybuje v rozmedzí hodnôt od -1 do +1, pričom hodnota -1 znamená úplnú elipsu, a hodnota +1 ideálny kruh. Červené genotypy v podmienkach sucha strácali ideálnu kruhovitosť oveľa intenzívnejšie než zelené, a stávali sa viac elipsovitými, čo môže mať vplyv na viaceré ekofyziologické a produkčné vlastnosti týchto šalátov.

Hyperspektrálna analýza rastlín v našom fenotypovacom zariadení je založená na snímaní odrazeného (reflektovaného) svetla zo štruktúr buniek rastlín (chlorofylu, karotenoidov, vody, celulózy a pod.) v širokom spektre elektromagnetického žiarenia (od 350 nm do 1650 nm) a tvorbe plošných 2D obrazov zo zosnímaných dát. Extrakcia kvantitatívnych dát z týchto obrazov umožňuje kalkulovať rôzne indexy (parametre) pre bližšiu charakteristiku individuálnych rastlín, ale aj celých porastov či ekosystémov. Ako príklad hyperspektrálnej analýzy uvedieme parameter karotenoidový reflektančný index (CRI), ktorý má hodnoty od -1 po +1 a ktorého pozitívne hodnoty znamenajú silný vzťah k obsahu karotenoidov. CRI-2 je modifikovaný CRI-1 (Gitelson et al., 2006), ktorý odstraňuje z kalkulácie CRI vplyv chlorofylu reflektovaných pri 510 nm podobne, ako sú reflektované karotenoidy, teda výsledne ukazuje viac karotenoidov vo vzorkách ako CRI-1. Červené genotypy majú vyšší obsah karotenoidov v kontrolných i stresových podmienkach v porovnaní so zelenými genotypmi (obr. 4). Počas sucha sa červené genotypy líšia medzi sebou v spôsobe udržiavania vysokej hladiny karotenoidov. Kým genotyp Oakly a Dubared po výraznom počiatocnom zvýšení ich obsahu medzi 44. až 50. dňom dehydratácie znižujú radikálne ich obsah v závere stresu až na úroveň kontrolných rastlín, Spectation, Carmesi a Roden obsah karotenoidov dokonca aktívne zvyšujú až do konca stresu.



Obrázok 4. Karotenoidový reflektančný index (CRI-1) a modifikovaný CRI (CRI-2) genotypov šalátu v kontrolných (modrá krivka) a stresových podmienkach (červená krivka). A) funkčný vzťah CRI-1, resp. CRI-2 k deštrukčne stanoveným karotenoidom; B) priebeh CRI hodnôt počas kultivácie a dehydratácie.

Počiatkový nárast (pík) v obsahu karotenoidov súvisí biologicky s otváraním ružice listov, keď sa listy vplyvom poklesu turgoru dostávajú do plagiofilnejšej podoby v porovnaní s kontrolnými rastlinami a sú detekované karotenoidy aj v najmladších listoch, ktoré boli dovtedy skôr skryté vo vnútri ružice. Pokračujúci nárast karotenoidov v závere stresovania (obr. 4B) je možné vysvetliť jednak koncentračným efektom spojeným so zmršťovaním buniek a tým nárastom koncentrácie karotenoidov na plochu listov, jednak je už dnes potvrdená syntéza karotenoidov *de novo* aj počas vodného stresu (Hernandes, Alegre, Munnez-Bosch, 2004; Du, Wang, Cui et al, 2012).

Automatizované fenotypovanie umožňuje tiež analýzu fotochemickej efektívnosti a aktivity fotosyntetického aparátu rastlín stresovaných suchom (neuvádzané výsledky). Kamerový systém s detektorom FluorCam (PSI, Brno) sníma plošne (imaging) na celých rastlinách intenzitu fluorescence chlorofylu ako svetlo reflektované v oblasti viditeľného žiarenia (FAR) v miestach, kde operujú chlorofyly. Intenzita fluorescence je meraná modulovanou typom fluorescenčnej kamery ako indukčná krivka (kinetika) fluorescence chlorofylu, z ktorej možno odvodiť množstvo základných i kalkulovaných parametrov FCH. Niektoré sú citlivejšie na aplikované dlhodobé sucho ako iné, napr. zvýšenú citlivosť na stres zo sucha vykazuje aktuálna fotochemická efektívnosť fotosystému II ($\Delta F/F_m$) meraná na svetle, nefotochemický kvenčing na PSII alebo index fluorescenčného poklesu (Rfd). Vzhľadom na ich množstvo nie je možné ich analýzu uviesť z priestorových dôvodov, ale táto bude predmetom pripravovanej vedeckej publikácie.

ZÁVER

Automatizované fenotypovanie kvantitatívnych znakov a vlastností rastlín má nesporné benefity oproti bodovým analýzám vykonávaných prístrojmi, ktoré zachytávajú len malú časť biomasy rastlín. Je nedeštruktívne, založené na snímaní, uchovávaní a spracovávaní odrazeného svetla, ktoré bolo pohltené rôznymi rastlinnými štruktúrami. Sníma sa celá rastlina na rozdiel od bodových metód a meraní, ktoré zachytávajú len časť rastlinnej biomasy, resp. jej plochy. Pracuje sa s veľkými, resp. väčšími súbormi biologického materiálu (genotypmi v opakovaníach), ktorý sa meria kontinuálne v nastavenom čase podľa nastavených protokolov merania. Automatizovanie skracuje čas potrebný na komplexnú analýzu znakov (od výkonnostných cez morfometrické a rastové znaky až po analýzu štruktúrnych a metabolických komponentov, ako je celulóza, lignín, obsah vody, polyfenolov a ďalších látok). Automatizované fenotypovanie v kontrolovaných podmienkach laboratória umožňuje aplikovať stresový faktor, regulovať ho, sledovať jeho účinok v ontogenéze rastlín, genetickú variabilitu jeho prejavu a na základe toho robiť skríning resp. pre-skříning biologického materiálu pre ďalšie testovanie jednak v smere molekulárno-genetických analýz, resp. smerom do poľného testovania v prirodzených pestovateľských podmienkach. Je účinným prostriedkom tvorby a uplatňovania nového biologického materiálu pre konkrétne pestovateľské prostredie s dobrou produkčnou schopnosťou a stabilitou úrod a zlepšenými vlastnosťami odolnosti a tolerance voči stresovému prostrediu.

Pod'akovanie:

Práca bola podporená národnými výskumnými projektami APVV-15-0721 pri MŠ SR a VEGA 1/0923/16 pri MŠ SR.

LITERATÚRA

- BLUM A. 2005: Drought resistance, water use efficiency and yield potential: are they compatible, dissonant or mutually exclusive? In: *Australian Journal of Agricultural Research*, 56(11), 2005, 1159-1168.
- DU H., WANG N., CUI F., LI X., XIAO J., XIONG L. 2010: Characterization of the B-carotene hydrolase gene DSM2 conferring drought and oxidative stress resistance by increasing xanthophylls and abscisic acid synthesis in rice. In: *Plant Physiology*, Vol. 154, 2010, 1304-1318.
- HERNANDEZ I., ALEGRE L., MUNNE-BOSCH S. 2004: Drought-induced changes in flavonoids and other low-molecular weight antioxidants in *Cistus clusii* grown under Mediterranean field conditions. In: *Tree Physiology*, 24, 2004, 1303-1311.
- TUBEROSA R. 2012: Phenotyping for drought tolerance of crops in the genomics era. In: *Frontiers in Physiology*, Vol. 3(347), 2012, 1-15.
- SYTAR O., BRESTIC M., ZIVCAK M., OLSOVSKA K., KOVAR M., SHAO H.-B., HE X. 2017: Applying hyperspectral imaging to explore natural plant diversity towards improving salt stress tolerance. In: *Science of the Total Environment*, 578, 2017, 90-99.
- LONG S., ZHU X.-G., NAIDU S., ORT D. 2006: Can improvement in photosynthesis increase crop yields? In: *Plant, Cell, Environment*, 29, 2006, 315-330.

Adresa: doc. Ing. Katarína Olšovská, PhD., Katedra fyziológie rastlín, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 94976 Nitra; E-mail: katarina.olsovska@uniag.sk

SEMI-AUTOMATICKÁ KONSOLIDÁCIA ERÓZNE OHROZENÉHO ÚZEMIA – PRÍKLAD POVODIA STUDENÉHO POTOKA

Semi-automatic consolidation of erosion area – a case study of Studený potok catchment

JAROSLAVA SOBOCKÁ – PAVOL BEZÁK – RASTISLAV SKALSKÝ

*Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav pôdoznavectva
a ochrany pôdy Bratislava*

A case study of model area – catchment of Studený potok (sub-montane region of Belianske Tatry) demonstrates the consolidation process in area susceptible to soil erosion. This technology is based on some prerequisites which involve information databases: i) active vectorised layers of land evaluation units (LEU), ii) land parcel identification system to be used in Common Agricultural Policy (LPIS physical blocks). The basic scenario results from the legal regulations of agricultural land protection in Slovak Republic (Act No 220/2004 Coll, § 5) and using the norm STN 75 4501: "Erosion control of agricultural land." The consolidation process consists of three processing items: 1) identification of erosion risk areas, 2) design of the optimal arrangement of agricultural blocks and 3) suggestion of erosion control measures applied on individual agricultural blocks. GIS-tools (software system ArcMap 9.2 fy ESRI, inc.) have been used for automated georeferenced data processing, i.e. overlapping of slope classes, physical block area, and land use. A created table of attributes for consolidation measures is relating to each agricultural block and contains optimal design of plots in appropriate size and geometry, accessible roads and agricultural land use. We have found that area of Studený potok catchment has three plots to be needed consolidated in terms of reducing the risk erosion (shown on the map). This procedure is essentially a semi-automatic procedure that was created for the entire territory of Slovakia as a web application.

Key words: soil erosion risk, land consolidation, semi-automatic processing, LPIS

ÚVOD

Výskyt erózie pôdy predstavuje ohrozenie tradične spojené s poľnohospodárstvom. Vhodné usporiadanie erózne ohrozenej krajiny napomáha zachytávať organický uhlík, ako aj obnoviť znehodnotené pôdy a zlepšiť kvalitu vody (MORGAN, 2005). Plošná vodná erózia na Slovensku patrí do nezvratných procesov degradácie pôdy, ktoré vedú k deštruktívnym zmenám pôdneho pokryvu, modifikujú morfológické a fyzikálno-chemické vlastnosti pôdy. Táto skutočnosť bola detailne sledovaná v štúdiách SOBOCKÁ, JAMBOR (2002), SOBOCKÁ, SKALSKÝ (2002), FULAJTÁR, JANSKÝ (2001). Podľa Pôdneho portálu VÚPOP je viac ako 56% poľnohospodárskej pôdy na Slovensku potenciálne ovplyvnenej plošnou vodnou eróziou, z ktorej je 20% je extrémnej. Používanie modelov erózie a geografických informačných systémov (GIS) v lokálnom až regionálnom meradle sa uplatnilo aj v ochrane pôdy a vody. Komplexné fyzikálne modely a automatizované prístupy sa uplatnili v prácach NEARING et al. (2005), MITASOVA, MITAS (2001), MILLWARD, MERSEY (2001), KOVÁŘ, JANEČEK, VAŠŠOVÁ (2012), ai a v podstate aplikujú postupy modelovania erózie a akumulácie na základe modifikovanej rovnice univerzálnej straty pôdy (USLE) v rôznych mierkach a komplexnosti. Modely sú integrované do GIS s cieľom vytvoriť informačné databázy pre rôznorodé účely (predpovede erózných zmyvov, usporiadanie pozemkov, protierózne opatrenia ai.). Podobne SHI et al. (2004) vo svojej štúdii naznačuje, že model RUSLE-GIS je užitočným nástrojom na riadenie a plánovanie ochrany pôdy. Na Slovensku sú proti-erózne opatrenia založené na usporiadaní poľnohospodárskych pozemkov, ktoré sú ohrozené vodnou eróziou a na kalkulácii jej intenzity (STN 75 4501: 2000, JAMBOR, ILAVSKA, LAZUR 2005). Nevyhnutnou súčasťou je zoznam vhodných opatrení, ktoré sa majú uplatňovať na jednotlivé poľnohospodárske bloky pri úprave terénu, resp. pri riešení pozemkových úprav (DŽATKO, ILAVSKA 2005, ŠČEPITA 2011).

Hlavným cieľom príspevku je demonštrácia usporiadania erózne ohrozenej poľnohospodárskej krajiny na konkrétnom príklade povodia Studeného potoka a doplnením návrhov odporúčaných protieróznych opatrení. Výstupom je GISový produkt LPIS mapy novo usporiadaných produkčných blokov s konkrétnym návrhom proti-eróznymi opatrení.

MATERIÁL A METÓDY

Vlastný návrh procesu konsolidácie bol vytvorený na štúdiu konsolidácie poľnohospodárskej pôdy PVOD Kočín SOBOCKÁ, BIELIK (2009). Konsolidácia bola riešená v súlade s normou STN 75 4501: "Kontrola erózie poľnohospodárskej pôdy" a rešpektujúc zákon č. 220/2004 Z. z. o ochrane pôdy v znení neskorších predpisov. Algoritmus pozostával z niekoľkých bodov:

- 1) Identifikácia oblastí ohrozených eróziou: výpočet rozlohy a intenzity plošnej vodnej erózie pre každý kultúrny diel;
- 2) Návrh optimálneho rozmiestnenia erózne ohrozených poľnohospodárskych pozemkov, ktorý zahŕňa a) výmeru pozemkov; b) tvar (geometriu), c) dostupnosť poľnohospodárskych strojov a d) kombináciu vyššie uvedených faktorov;
- 3) Návrhy opatrení z hľadiska eliminácie, resp. zmiernenia erózie (redukovaná alebo minimalizačná agrotechnika, systémy striedania plodín, výsadba zelených pásov a terás atď.) podľa BIELEK (1996) a DEMO, BIELEK (2000).

Metodika konsolidácie územia na lokálnej úrovni bola testovaná semi-automatickým postupom na povodí Studeného potoka (podhorskej oblasti Belianskych Tatier). Ako georeferenčné dáta boli použité:

- digitálna vrstva BPEJ (bonitované pôdno-ekologické jednotky);
- digitálna vrstva LPIS (identifikačný systém pozemkových parciel) – kultúrne diely (KD)
- digitálny model terénu (DTM)
- ortofotomapy (letecké snímky)

Okrem toho sa využili vygenerované GIS-vrstvy:

1. databáza svahov (môže byť generovaná z DTM pri akomkoľvek rozlíšení)
2. databáza využívania pôdy - orná pôda, trvalé trávne porasty, lesy alebo iné prvky krajiny (ako súčasť ortofoto-máp LPIS)
3. databáza plošnej vodnej erózie pôdy (R-faktor, K-faktor modelu USLE)
<http://www.podnemapy.sk/portal/verejnost/erozia/vod/vod.aspx>

Kultúrny diel predstavuje pozemok vymedzený prírodnými hranicami (cesty, produkčné polia, vodné toky), býva ohraňovaný nepoľnohospodárskym pozemkom (osady, lesy, iné oblasti) a má špecifické využívanie pôdy (orná pôda, záhrady, chmeľnice, ovocné sady, vinice, TTP, neidentifikovaná oblasť). Pre identifikáciu sklonu sa použil model digitálneho terénu (DTM) vytvorený z výškových polí SVM 50 (digitálna verzia základnej mapy v mierke 1:50 000). Využil sa sklon rastrov s rozlíšením 20 x 20 m v tvare ESRI. Pre automatizáciu postupu sa využili GISové prostriedky (software system ArcMap 9.2 fy ESRI, inc.).

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Pre webovú aplikáciu bola využitá metodika podľa SOBOCKÁ, SKALSKÝ (2009) a geopriestorové databázy dostupné na NPPC-VÚPOP Bratislava.

1. Pre vymedzené erózne ohrozené územia je potrebné: 1a) prekrytie aktívnej vrstvy vektorov (kultúrne diely LPIS a BPEJ); 1b) vytvorenie tabuľky atribútov; 1c) klasifikácia poľnohospodárskych blokov podľa ohrozenia eróziou (svah); 1d) identifikácia oblastí bez erózie; 1e) číslovanie poľnohospodárskych blokov.

2. Pre konsolidovaný návrh oblasti s použitím STN 75 4501 je potrebné: 2a) identifikácia geometrickej veľkosti; 2b) identifikácia geometrickeho tvaru; 2c) identifikácia dostupnosti poľnohospodárskych polí (poľné cesty).

Tabuľky atribútov kultúrnych dielov boli upravené tak, aby zahŕňali informácie o identifikačnom čísle poľnohospodárskych blokov (ID_KD), jeho rozlohe v hektároch (VYMERÁ) a poľnohospodárskej pôde (KULTURA). Vznikla rastrová vrstva s rozlíšením 20 x 20 m s identifikačnými číslami. Svah bol riešený v kategóriách BPEJ: 1 (0-3 °), 2 (3-7 °), 3 (7-12 °) a 4 (nad 12 °). Kombináciou identifikačných čísel rastrových kultúrnych dielov a tried svahov vznikla tabuľka frekvencie triedy sklonu pre každý kultúrny diel. Pre ďalšiu analýzu boli použité iba prvé tri najpočetnejšie triedy svahov napísané priamo v tabuľke atribútov vektorovej vrstvy (svah 1, svah 2, svah 3 a zodpovedajúca plocha v % - perc1, perc2, perc3). V heterogénnom území bol svah 1 uznaný ako dominantný vtedy, ak jedna z týchto tried dosiahla v rámci kultúrneho dielu aspoň 66% plochy (t.j. rozloha KD aspoň 2/3). Spracovaním vektorových vrstiev svahu (KD_SVAH), plochy KD

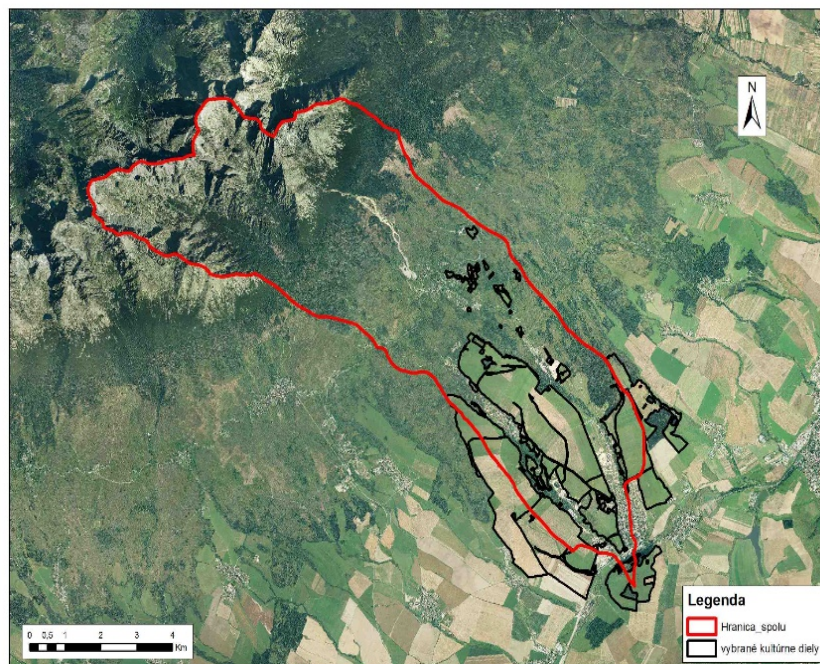
(VYMERÁ) a využívania pôdy (KULTÚRA), ako aj identifikáciou tried svahov v kultúrnych dieloch (svah 1, svah 2, svah 3 a svah 66) bola poskytnutá databáza s cieľom realizovať opatrenia na konsolidáciu pozemkov (Tab. 1).

Súčasťou opatrení konsolidácie pozemkov sú návrhy proti-erózných opatrení, ktoré sú spojené so zatrávnením, vrstevnicovou agrotechnikou, proti-erózne oševné postupy spojené s rotáciou plodín.

Tabuľka 1. Atribúty tried opatrení pre konsolidáciu kultúrnych dielov

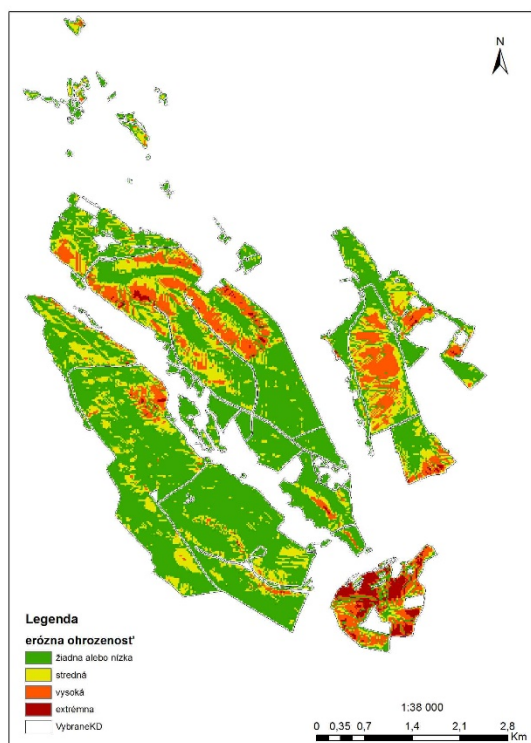
Trieda	Atribúty
Trieda 0	Bez potreby konsolidácie – kultúrne diely so svahovou triedou 1 alebo 2 s plochou < 20 ha alebo svahovou triedou 3 s plochou < 10 ha alebo heterogénne územie so svahom 66 s plochou < 10 ha alebo svahové triedy 2, 3, 4 a 66 využívané ako trvalé trávne porasty (KULTÚRA = 7) bez ohľadu na ich výmeru.
Trieda 1	Potreba zatrávnenia - kultúrne diely so svahovou triedou 4 (využívanie pôdy ako TTP), okrem záhrad, viníc, ovocných sádov a chmeľových záhrad kultúrne diely so svahovou triedou 4, pre ktoré nebolo identifikované využitie (KULTÚRA = 0) alebo bolo identifikované ako poľnohospodárska pôda (KULTÚRA = 17).
Trieda 2	Potreba rozdeliť kultúrne diely na menšie pozemky s minimálnou plochou 20 ha, a to pre kultúrne diely so svahovou triedou 2 a plochou > 20 ha pre poľnohospodársku pôdu okrem trvalých trávnych porastov. Opatrenia: vrstevnicová agrotechnika – vrstevnicová orba spojená s obracанím ornice v smere proti svahu (pri nepriepustnej podornici podrývanie do hĺbky 35-40 cm); smer riadkov plodiny paralelný so smerom vrstevníc; protierózne oševné postupy spojené s rotáciou plodín.
Trieda 3	Potreba rozdeliť kultúrne diely na menšie plochy s minimálnou plochou 10 ha, a to pre kultúrne diely so svahovou triedou 3 a plochou > 10 ha pre poľnohospodársku pôdu okrem trvalých trávnych porastov. Opatrenia: vrstevnicová agrotechnika – vrstevnicová orba spojená s obracанím ornice v smere proti svahu (pri nepriepustnej podornici podrývanie do hĺbky 35-40 cm); smer riadkov plodiny paralelný so smerom vrstevníc; súvislý, zapojený rastlinný kryt alebo súvislý pokryv povrchu pôdy rastlinnými zvyškami alebo strniskom; protierózne oševné postupy spojené s rotáciou plodín.
Trieda 4	Potreba rozdeliť kultúrne diely na menšie pozemky so svahovou triedou heterogénnych pozemkov svah-66 a plochou > 10 ha pre poľnohospodársku pôdu okrem trvalých trávnych porastov. Opatrenia: vrstevnicová agrotechnika – vrstevnicová orba spojená s obracанím ornice v smere proti svahu (pri nepriepustnej podornici podrývanie do hĺbky 35-40 cm); smer riadkov plodiny paralelný so smerom vrstevníc; súvislý, zapojený rastlinný kryt alebo súvislý pokryv povrchu pôdy rastlinnými zvyškami alebo strniskom; protierózne oševné postupy spojené s rotáciou plodín.
Trieda 5	Potreba rozdeliť kultúrne diely na menšie pozemky, zatrávniť časti pozemkov poľnohospodárskej pôdy okrem trvalých trávnych porastov so svahovou triedou 4, a to aj pre heterogénne pozemky so svahom-66 a plochou > 10 ha, ktoré majú jednu ako z troch dominantných typov svahu (svah 1, svah 2 alebo svah 3) identifikovanú svahovú triedu 4. Opatrenia: vrstevnicová agrotechnika – vrstevnicová orba spojená s obracанím ornice v smere proti svahu (pri nepriepustnej podornici podrývanie do hĺbky 35-40 cm); smer riadkov plodiny paralelný so smerom vrstevníc; súvislý, zapojený rastlinný kryt alebo súvislý pokryv povrchu pôdy rastlinnými zvyškami alebo strniskom; protierózne oševné postupy spojené s rotáciou plodín.

Metodika konsolidácie erózne ohrozeného územia bola odskúšaná na povodí Studeného potoka (Belianske Tatry). Ako základ konsolidácie bola vybraná ortofoto mapa v hraniciach povodia s vektorovou vrstvou kultúrnych dielov (Obr. 1). Z databázy BPEJ bola vygenerovaná databáza triedy svahov – ohrozenosť poľnohospodárskej pôdy plošnou vodnou eróziou (Obr. 2). Následne bola analytickými postupmi vytvorená tabuľka identifikácie svahových tried vzhľadom na kultúrne diely (svah 1, svah 2, svah 3 a svah 66).



Obrázok 1. Ortofotomapa s kultúrnymi dielmi LPIS

Na Obr. 3 je vytvorený prekryv vrstiev svahu (KD_SVAH), plochy KD (VYMERÁ) a využívania pôdy (KULTURA) vedúca k identifikácii svahových tried v kultúrnych dieloch. Ukazuje, že územie povodia Studený potok má rámci poľnohospodárskych pôd 3 kultúrne diely, ktoré je potrebné konsolidovať z hľadiska eliminácie, či zmiernenia účinkov vodnej erózie. Uvedený postup je v podstate semi-automatický postup, ktorý bol vytvorený pre celé územie Slovenska ako webová aplikácia Pôdneho portálu na (<http://www.podnemapy.sk/portal/verejnost/konsolidacia/konsolidacia.aspx>).



Obrázok 2. Mapa ohrozenia územia vodnou eróziou



Obrázok 3. Mapa KD určených pre konsolidáciu

Finálna konsolidácia erózne ohrozeného územia (Obr. 4) bola riešená v súlade s normou STN 75 4501: "Kontrola erózie poľnohospodárskej pôdy" a zákona č. 220/2004 Z. z. o ochrane pôdy - § 5. Územie zistené semi-automatickým spôsobom bolo podrobené detailnejšej analýze. Nové usporiadanie územia bolo riešené z hľadiska optimalizácie kultúrnych dielov rešpektujúc výmeru a tvar (geometriu) kultúrnych dielov a poľnohospodárske využívanie (Tab. 1), ako aj prístupnosť poľných ciest pre poľnohospodársku agrotechniku. Poznamenávame, že erózne územie nachádzajúce sa v juhovýchodnej časti povodia nie je potrebné konsolidovať, nakoľko je tu trvalý trávny porast.

Finálny produkt – mapa konsolidácie erózne ohrozených poľnohospodárskych pozemkov v povodí Studený potok generuje poznatky nevyhnutné pre zabezpečenie systému udržateľnej poľnohospodárskej krajiny. K novému usporiadaniu pozemkov je žiadúce uplatňovať proti-erózne opatrenia ako sú: vrstevnicová agrotechnika – vrstevnicová orba spojená s obracанím ornice v smere proti svahu (pri nepriepustnej podornici podrávanie do hĺbky 35-40 cm); smer riadkov plodiny paralelný so smerom vrstevníc; súvislý, zapojený rastlinný kryt alebo súvislý pokryv povrchu pôdy rastlinnými zvyškami alebo strniskom; protierózne oševné postupy spojené s rotáciou plodín.

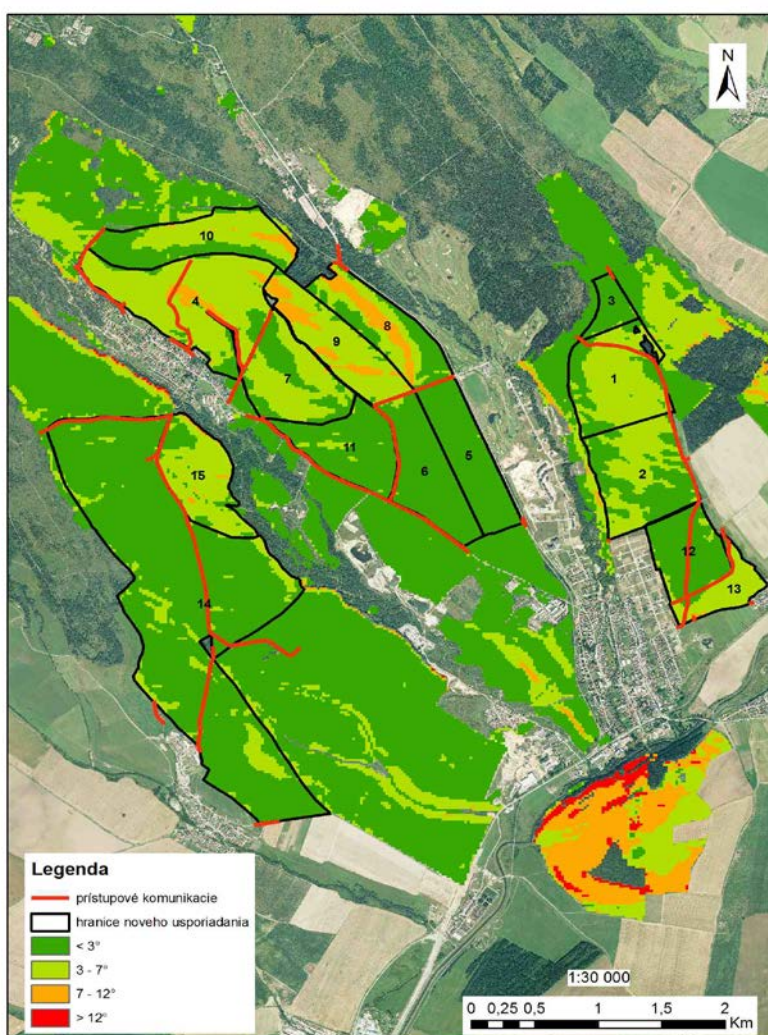
Obrázok 4.
Mapa finálnej konsolidácie erózne ohrozených pozemkov

Viacerí autori (napr. RENSCHLE, HARBOUR 2002)

poukazujú na fakt, že, modely erózie pôdy musia mať určité požiadavky na údaje, musia brať do úvahy priestorovú variabilitu pôdnych erózných procesov a musia byť použiteľné pre rôzne oblasti s minimálnou kalibráciou.

Prezentovaný semi-automatický

systém proti-eróznej konsolidácie poľnohospodárskeho územia spĺňa tieto požiadavky už aj z toho dôvodu, že vytvorený produkt je postavený na databázach, ktoré nie sú bežne dostupné pre užívateľskú verejnosť ako sú ortofoto mapy, vektorové vrstvy LPIS a BPEJ a DTM.



ZÁVER

Semi-automatický spôsob usporiadania kultúrnych dielov je potrebné uplatňovať v erózne ohrozených územiach s ročným odnosom pôdnej hmoty, ktorá nie je tolerovateľná v rámci zákonných opatrení. Tento nástroj pomôže poľnohospodárom alebo užívateľom poľnohospodárskej pôdy vytvoriť základ pre nové usporiadanie poľnohospodárskej krajiny, ktorej realizácia prispeje k odstráneniu predovšetkým plošnej vodnej erózie.

Výsledný produkt je transferový a prístupný mnohým užívateľom: inžinierskym projektantom, manažérom a agronómom. Možno ho nájsť na Pôdnom portáli NPPC-VÚPOP a dostupný je na webovej adrese: <http://www.podnemapy.sk/portal/verejnost/erozia/vod/vod.aspx>.

Návrh poľnohospodárskych blokov, tj. konsolidácia rizika erózie pôdy by sa mala prerokovať s vlastníckmi / užívateľmi pozemkov tak, aby sa mohli riešiť aj alternatívne metódy ochrany proti erózii. Nový systém usporiadania honov je možné uplatniť v pozemkových úpravách a pri ostatných spôsoboch proti-eróznej ochrany ako sú: striedanie plodín, bezorebná agrotechnika, krajinnoinžinierske opatrenia, striedanie plodín s ochranným účinkom, mulčové medziprodukty kombinované s technikami bezorebnej alebo redukovanej agrotechniky, usporiadanie pozemkov v smere prevládajúcich vetrov, apod. Nové usporiadanie kultúrnych dielov je možné podrobnejšie monitorovať a navrhnuť detailné povrchové korekcie.

LITERATÚRA

- BIELEK, P. 1996: *Ochrana pôdy: Kódex správnej poľnohospodárskej praxe v Slovenskej republike*. Bratislava: VÚPOP, 1996. 54 s. ISBN 80-85361-21-3.
- DEMO, M., BIELEK, P. a i. 2000: Regulačné technológie v produkčnom procese poľnohospodárskych plodín. Nitra: SPU, 2000. 667 s. ISBN 80-7137-732-5.
- DŽATKO, M., ILAVSKÁ, B. 2005: *Využívanie výsledkov hodnotenia pôd a územia pre projektovanie pozemkových úprav a ochranu poľnohospodárskej pôdy: metodická príručka*. Bratislava: VÚPOP, 2005. 44 s. ISBN 80-89128-23-8.
- FULAJTÁR, E., JANSKÝ, L. 2001: *Vodná erózia pôdy a protierózna ochrana*. Bratislava: Výskumný ústav pôdoznalectva a ochrany pôdy, 2001. 310 s. ISBN 80- 58361-85-X.
- JAMBOR, P., ILAVSKÁ, B., LAZÚR, R. 2005: *Identifikácia ohrozenia kvality pôdy vodnou a veternou eróziou a návrhy opatrení*. Výskumný ústav pôdoznalectva a ochrany pôdy, 2005, 52 s.
- KOVÁŘ, P., JANEČEK, M., VAŠŠOVÁ, D. 2012: Surface Runoff Simulation to Mitigate the Impact of Soil Erosion, Case Study of Třebsín (Czech Republic). *Soil & Water Research*, 2012, Vol. 7 Issue 3, 85-96. 12p.
- MILLWARD, A.A., MERSEY, J.E. 2001: Conservation strategies for effective land management of protected areas using an erosion prediction information system (EPIS). In: *Journal of Environmental Management*, Vol 61, issue 1, 2001 pp. 329-242.
- MORGAN, R.P.C. 2005: *Soil erosion and conservation*. Blackwell Science Ltd a Blackwell Publishing company. ISBN 1-4051-1781-8.
- NEARING, M., JETTEN, V., BAFFAUT, C., CERDAN, O., COUTURIER, A., HERNANDEZ, M., BISSONNAIS, Y., NICHOLS, M., NUNES, J., RENSCHLER, C., SOUCHERE, V. and van OOST, K. 2005: Modeling Response of Soil Erosion and Runoff to Changes in Precipitation and Cover. In: *Impacts of Global Climate Change*: pp. 1-11.
- MITASOVA H., MITAS L. 2001: Multiscale Soil Erosion Simulations for Land Use Management. *Landscape Erosion and Evolution Modeling*. 2001, pp 321-347.
- RENSCHLER C.S., HARBOR J. 2002: Soil erosion assessment tools from point to regional scales; the role of geomorphologists in land management research and implementation. *Geomorphology* Vol. 47/189, 189-209.

- SHI, Z.H., CAI, C.F., DING, S.W., WANG, T.W., CHOW, T.L. 2004: Soil conservation planning at the small watershed level using RUSLE with GIS: a case study in the Three Gorge Area of China. *Catena*, Vol 55, Issue 1 2004, pp. 33-48.
- SOBOCKÁ, J., JAMBOR, P. 2002: Water erosion control in conditions of a geomorphologically dissected area, *Geogr. č.* 54/1, 2002, pp.75-84.
- SOBOCKÁ, J., BIELIK, M. 2009: Príspevok ku konsolidácii erózne ohrozenej krajiny. *Vedecké práce VÚPOP* 31(2009), s. 163-175.
- SOBOCKÁ, J., SKALSKÝ, R. 2009: Metodika výpočtu opatrení pre konsolidáciu erózne ohrozených pozemkov. In Bielek, P. 2009: Vývoj funkčných vzťahov pôdy a krajiny pre tvorbu informačných produktov a expertných systémov, ČÚ 08: Modul automatizovanej konsolidácie erózie ohrozených pôd - VÚPOP Bratislava, 12 s.
- STN 75 4501: 2000, *Protierózna ochrana poľnohospodárskej pôdy*.
- ŠĚPITA, O. 2011: Building erosion control measures in land consolidation projects. *Slovak journal of civil engineering*. Vol XIX, 2011, No. 2, pp. 32-36

Adresa autora (autorov):

Doc. RNDr. Jaroslava Sobocká, CSc., NPPC-Výskumný ústav pôdoznanectva a ochrany pôdy, Gagarinova 10, 827 13 Bratislava, e-mail: j.sobocka@vupop.sk

Ing. Pavol Bezák, NPPC-Výskumný ústav pôdoznanectva a ochrany pôdy, Gagarinova 10, 827 13 Bratislava, e-mail: p.bezak@vupop.sk

Mgr. Rastislav Skalský, PhD., NPPC-Výskumný ústav pôdoznanectva a ochrany pôdy, Gagarinova 10, 827 13 Bratislava, e-mail: r.skalsky@vupop.sk

VPLYV PÔDNEHO DRUHU A OBRÁBANIA NA VYBRANÉ PARAMETRE ŤAŽKÝCH PÔD

Impact of soil texture and soil tillage on selected parameters of heavy soils

DANA KOTOROVÁ¹ – LADISLAV KOVÁČ¹ – JANA JAKUBOVÁ¹

¹Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav agroekológie Michalovce

Between 2011 and 2015 the development trend of selected soil parameters and water storage in soil profile on heavy clay-loamy Gleyic Fluvisol was studied. Soil samples were taken from variants with conventional tillage and no-tillage. Bulk density, total porosity and maximum capillary water capacity were analysed by known methods. Soil samples for the determination of water storage were taken from profile 0.0 – 0.3 m. Minimum, average and maximum soil water storage was evaluated. Obtained contents of soil water storage were re-counted at maximal soil water storage on percent of moisture of field water capacity, at mean soil water storage on percent of moisture of threshold point and at minimal soil water storage on percent of moisture of wilting point. For prediction of selected parameters development the linear trend was used and coefficients were estimated by linear regression. For both soil tillage variants trend of decreasing of bulk density was determined. Minimum soil water storage was significantly influenced by used tillage technology. Experimental year had statistically significant impact on observed soil parameters.

Key words: heavy soils, soil tillage, physical soil parameters, soil water storage, correlation

ÚVOD

Pôdne vlastnosti sú ovplyvňované mnohými faktormi. Základným prvkom v technologických systémoch na pôde je zvolený spôsob obrábania. Pre naše podmienky je tradičným využívanie orby pri obrábaní pôdy, ktoré je spojené s celým radom agrotechnických zásahov podľa požiadaviek konkrétnych poľných plodín. Vplyv spôsobu obrábania pôdy na jej fyzikálne a hydrofyzikálne vlastnosti sa zvyčajne prejavuje po dlhšom čase ich uplatňovania na konkrétnej lokalite. Ako uvádzajú Mati – Kotorová (2007), Kotorová et al. (2010), či Šimanský et al. (2016) fyzikálne a hydrofyzikálne vlastnosti sa menia aj v závislosti na obsahu ílovitých častíc v pôdnom profile, s čím úzko súvisí zaradenie pôdy k pôdnemu druhu. V ostatných rokoch sa čoraz častejšie pri obrábaní využíva aj priama sejba do neobrobenej pôdy, ktorá je krajnou formou pôdoochranných technológií (Kováč et al., 2010).

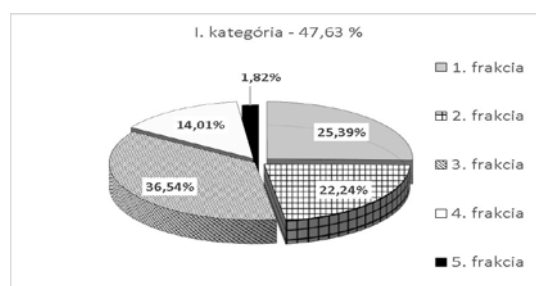
Vzťah medzi rastlinou a vlhkosťou pôdy sa najčastejšie charakterizuje hydrolimitmi, ktoré sú podľa viacerých autorov (Skalová – Štekauerová, 2011; Skalová et al., 2015) vyjadrené charakteristickými vlhkosťami pôdy ako sú poľná vodná kapacita ($\theta_{PK-pF} = 2,3$), bod zníženej dostupnosti ($\theta_{ZD-pF} = 3,3$) a bod vädnutia ($\theta_V-pF = 4,18$). Pre päť charakteristických pôdných druhov na Východoslovenskej nížine (VSN) a jednotlivé pôdne horizonty Šútor et al. (1995) uvádzajú hodnoty objemovej vlhkosti zodpovedajúce vyššie uvedeným hydrolimitom vyjadreným vlhkosťným potenciálom. Hodnotením zásob vody v pôde s využitím hydrolimitov pre pôdy Východoslovenskej nížiny sa zaoberali Šútor et al. (2007), Mati et al. (2008) a Kotorová et al. (2010). Mati et al. (2011) zistili závislosť aktuálnej evapotranspirácie od zásob vody v pôde. Podľa autorov výskyt suchých období v nížinných oblastiach Slovenska a s tým súvisiace pôdne sucha je limitujúcim faktorom rastlinnej výroby vrátane hlavných poľných plodín. Časový vývoj zásoby pôdnej vody poukazuje na nutnosť riešenia štruktúry rastlinnej výroby a optimalizácie vodného režimu pôdy. Pri hodnotení vplyvu rozdielneho obrábania pôdy na vlhkosť v jej profile Kováč et al. (2010) zistili, že pôdoochranné systémy obrábania pôdy ovplyvňujú bilanciu pôdnej vody v pôde najmä tým, že redukovujú zhutnenie pôdy. Ochranné obrábanie redukuje evapotranspiráciu a zachováva viac vlhky na využitie rastlinami v skorých fázach vegetácie pred úplným zapojením porastu. Časové rady získané experimentálne v poľných podmienkach poskytujú možnosti objektívnejšieho hodnotenia vývoja určitej pôdnej vlastnosti vplyvom daného faktora.

Cieľom práce bolo zhodnotiť zmeny niektorých fyzikálnych vlastností pôdy a vývoj zásoby vody v ornici ťažkej ílovito-hlinitej fluvizeme glejovej pri jej rozdielnom obrábaní.

MATERIÁL A METÓDY

Problematika bola riešená v rámci stacionárneho pokusu s variantmi rozdielneho obrábania pôdy, ktorý sa nachádza v Milhostove, na Experimentálnom pracovisku NPPC – Výskumného ústavu agroekológie Michalovce. Lokalita sa nachádza v centrálnej časti Východoslovenskej nížiny (VSN) v nadmorskej výške 101 m a podľa jej dlhodobých poveternostných pomerov sa zaraďuje do teplého, veľmi suchého, nížinného, kontinentálneho klimatického regiónu T3.

V rokoch 2011 – 2015 sa v na tomto experimentálnom pracovisku uskutočňoval výskum vplyvu rozdielneho obrábania pôdy na vybrané pôdne fyzikálne parametre a na zásobu vody v ornici fluvizeme glejovej (FM_G). Fluvizem glejová v Milhostove je charakterizovaná ako ťažká, ílovito-hlinitá pôda, ktorej ornica sa vyznačuje hrudkovitou štruktúrou s vysokou pútačou schopnosťou. Je ťažko priepustná v celom profile. V pôdnom profile v hĺbke 0,7 – 0,8 m sa nachádza tmavosivý až žltosivý íl. Poľný stacionárny pokus s rozdielnym obrábaním pozostáva zo štyroch parciel. Sledovanie zásoby vody v profile fluvizeme glejovej sa uskutočnilo na 2. parcele, ktorej obsah ílovitých častíc je 47,63 %, čo podľa Novákovej klasifikačnej stupnice (Zaujec a kol., 2009) zodpovedá ílovito-hlinitej pôde (obr. 1.).



Obrázok 1. Zrnitostné zloženie ornice fluvizeme glejovej na 2. pokusnej parcele

Vzorky sa odoberali z dvoch variantov obrábania, a to z konvenčnej agrotechniky (KA) spojenej s orbou a z priamej sejby (PS) bez orby. Pre zistenie vybraných fyzikálnych parametrov boli neporušené vzorky vo forme Kopeckého fyzikálnych valčekov odoberané do hĺbky 0,30 m. Pre stanovenie objemovej hmotnosti redukovanej (ρ_d , kg.m⁻³), celkovej pórovitosti (P_c , %) a maximálnej kapilárnej vodnej kapacity (θ_{MKK} , %) sa použili metodické postupy podľa Hrivňákovej, Makovníkovej et al. (2011). Odber pôdných vzoriek pre zistenie zmien v obsahu pôdnej vody bol realizovaný vo vegetačnom období (apríl až september) v približne dvojtyždňových intervaloch do hĺbky 0,3 m vo vrstvách 0,1 m. Vlhkosť pôdy sa stanovovala gravimetrickou metódou. Objemová vlhkosť pôdy (θ) sa stanovila vynásobením hmotnostnej vlhkosti (w) objemovou hmotnosťou suchej pôdy (ρ_d) zistenou pre príslušné vrstvy pôdného profilu (0,0 – 0,3 m) podľa vzťahu:

$$\theta [\% \text{ obj.}] = w [\% \text{ hmot.}] \times \rho_d [\text{kg.m}^{-3}]$$

Zásoba vody v ornici FM_G sa hodnotila z pohľadu maximálnej ($W_{\max}$), priemernej (W_{θ}) a minimálnej ($W_{\min}$) zásoby bez ohľadu na termín jej dosiahnutia. Namerané hodnoty zásoby pôdnej vody boli prepočítané (Mati et al., 2007) pri maximálnej zásobe pôdnej vody na percentá vlhkosti poľnej vodnej kapacity (θ_{PK}), pri priemernej zásobe pôdnej vody na percentá vlhkosti bodu zníženej dostupnosti (θ_{ZD}) a pri minimálnej zásobe pôdnej vody na percentá vlhkosti bodu vädnutia (θ_V). V tabuľke 1. je uvedená kvantifikácia hodnôt jednotlivých hydrolimitov pre profil 0,0 – 0,3 m podľa Šútora et al. (1995).

Tabuľka 1. Kvantifikácia vybraných hydrolimitov [mm v. s.]

Hĺbka profilu	Poľná vodná kapacita (θ_{PK})	Bod zníženej dostupnosti (θ_{ZD})	Bod vädnutia (θ_V)
0,0 – 0,3 m	125,52 mm v. s.	103,54 mm v. s.	70,66 mm v. s.

Na odhad vývoja pôdných charakteristík (ρ_d , P_c , θ_{MKK}) a zásoby vody v ornici (W_{max} , $W_{\emptyset}$, W_{min}) pri dvoch spôsoboch obrábania pôdy (KA, PS) bol použitý regresný model vyjadrený lineárnou rovnicou $y = ax + b$ (Chajdiak, 2005), na základe ktorej možno predpokladať hlavný trend vývoja vybraných parametrov.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

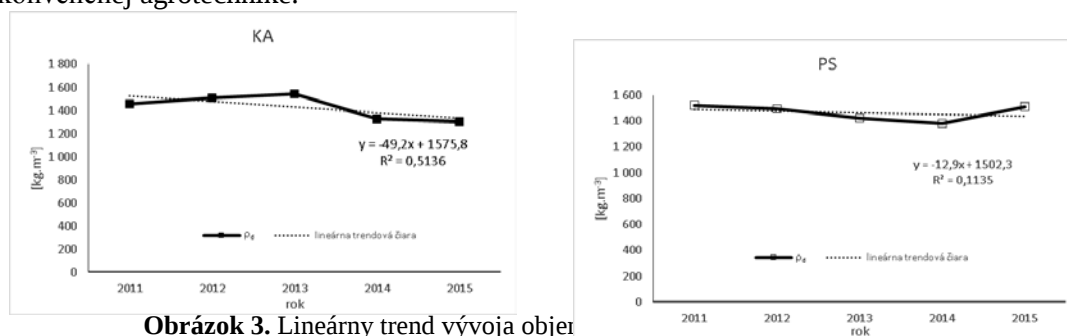
Obrábanie pôdy je jedným zo základných prvkov technologických systémov na ornej pôde, ktorý sa podieľa na zmene fyzikálnych, ale aj vlhkostných pomerov v pôde. Z údajov v tabuľke 3. vyplýva, že na konvenčnej agrotechnike objemová hmotnosť dosahovala v rokoch 2011 – 2015 hodnoty 1304 – 1545 kg.m⁻³, na variante s priamou sejbou hodnoty spadali do intervalu od 1380 po 1518 kg.m⁻³. Z hodnotenia výsledkov vyplýva, že priaznivejšie hodnoty objemovej hmotnosti boli pri konvenčnej agrotechnike. V priemere objemová hmotnosť bola nižšia pri KA (1428 kg.m⁻³) v porovnaní s PS (1464 kg.m⁻³). Pre ťažké pôdy Východoslovenskej nížiny podobné hodnoty uvádzajú napr. Mati a Kotorová (2007), Kotorová s Matim (2008), Kotorová et al. (2010) a Kotorová so Šoltysovou (2011).

Tabuľka 3. Priemerné hodnoty fyzikálnych ukazovateľov fluvizeme glejovej

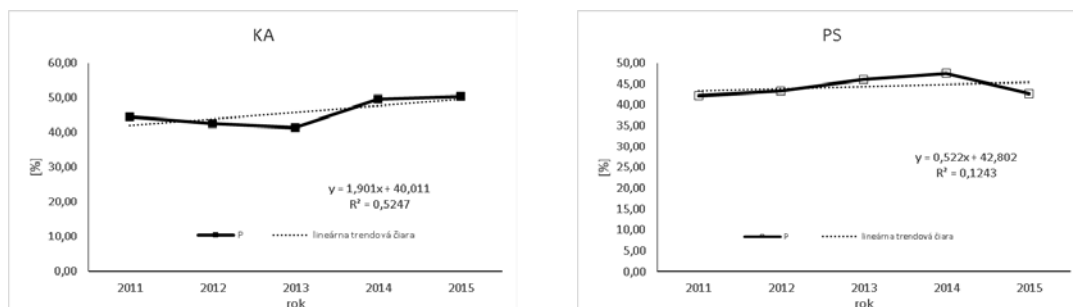
Parameter	Obrábanie	Rok					
		2011	2012	2013	2014	2015	$\bar{x}$
ρ_d [kg.m ⁻³]	KA	1458	1509	1545	1325	1304	1428
	PS	1518	1491	1420	1380	1509	1464
	$\bar{x}$	1488	1500	1483	1353	1407	1446
P_c [%]	KA	44,63	42,69	41,32	49,68	50,47	45,76
	PS	42,35	43,37	46,07	47,59	42,69	44,41
	$\bar{x}$	43,49	43,03	43,70	48,64	46,58	45,09
θ_{MKK} [%]	KA	42,08	40,37	39,25	44,50	38,97	41,03
	PS	39,97	39,88	38,03	43,02	32,56	38,69
	$\bar{x}$	41,03	40,13	38,64	43,76	35,77	39,87

kde: ρ_d – objemová hmotnosť, P_c – celková pórovitosť, θ_{MKK} – maximálna kapilárna vodná kapacita, KA – konvenčná agrotechnika, PS – priama sejba bez orby

S objemovou hmotnosťou je v priamej korelácii celková pórovitosť, čo potvrdzujú aj údaje v tabuľke 3. Maximálna kapilárna vodná kapacita závisí od sumy zrážok, obsahu ílovitých častíc a zásoby pôdnej vody. Pre ťažké pôdy je typické široké rozpätie tohto parametra. V našom pokuse sa hodnoty tohto pôdneho parametra nachádzali v rozpätí 32,56 – 44,50 %, vyššie hodnoty boli zistené pri konvenčnej agrotechnike.

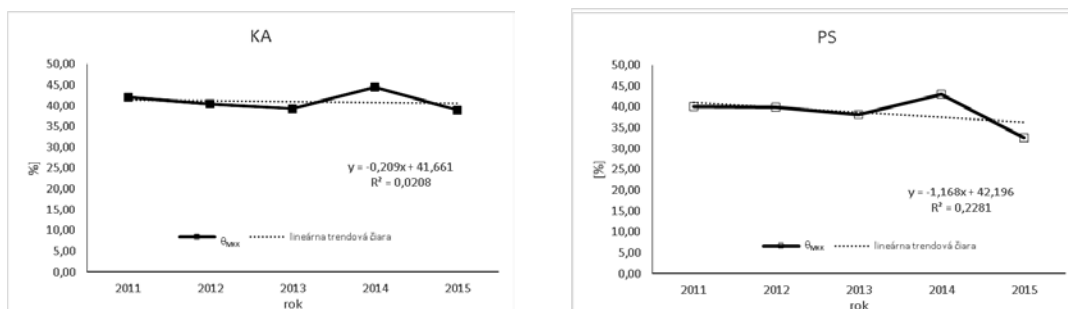


Obrázok 3. Lineárny trend vývoja objemovej hmotnosti na fluvizemi glejovej



Obrázok 4. Lineárny trend vývoja celkovej pórovitosti na fluvizemi glejovej

Na obr. 3 – 5 je znázornený lineárny trend vývoja objemovej hmotnosti, celkovej pórovitosti a maximálnej kapilárnej vodnej kapacity fluvizeme glejovej v 5-ročnom časovom rade. Priebeh objemovej hmotnosti pri oboch spôsoboch obrábania pôdy v podstate kopíruje trendovú čiaru (obr. 3.). Pri oboch spôsoboch obrábania časový trend indikuje zníženie objemovej hmotnosti až o 246 kg.m^{-3} pri klasickej agrotechnike, ale len o 65 kg.m^{-3} pri priamej sejbe bez orby. Vývoj celkovej pórovitosti (obr. 4.) korešponduje s objemovou hmotnosťou a naznačuje zvýšenie tohto parametra o 9,51 % pri KA, resp. o 2,61 % pri PS. Hodnoty celkovej pórovitosti si v päťročnom časovom rade zachovávajú lineárny trend. Pri maximálnej kapilárnej vodnej kapacite (obr. 5.) trend naznačuje mierne zníženie tohto parametra o 1,05 % pri KA, resp. o 5,84 % pri PS. Prezintované časové rady s lineárnym trendom potvrdzujú, že uplatňovanie aj krajných spôsobov obrábania je možné aj na pôdach s vyšším obsahom ílovitých častíc bez výrazného zhoršenia základných pôdnych vlastností. V dlhších časových radoch môže byť trend vývoja odlišný a presnejšie vystihuje reálne zvýšenie, prípadne zníženie hodnôt hodnotených parametrov.



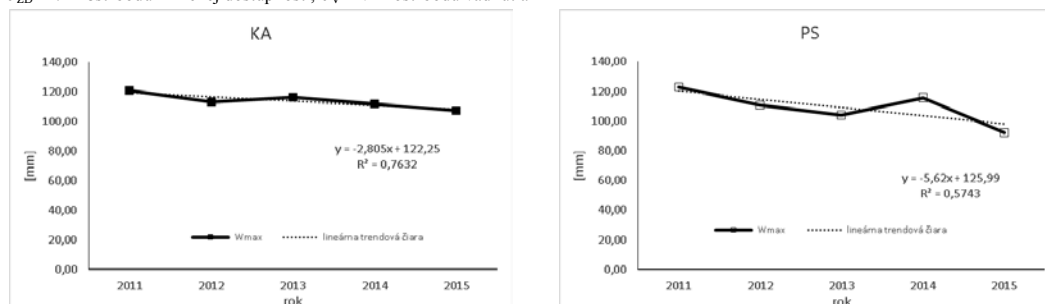
Obrázok 5. Lineárny trend vývoja maximálnej kapilárnej vodnej kapacity na fluvizemi glejovej

Zásoba vody v pôdnom profile úzko súvisí so zrážkovými úhrnmi, výsledky získané v období 2011 – 2015 poskytujú informáciu o pôdnej vode v zrážkovo rozdielnych rokoch. Maximálne hodnoty zásoby vody (tabuľka 4.) vo vegetačnom období sledovaných rokov, bez ohľadu na termín kedy boli dosiahnuté, dosahovali 85,47 – 96,22 % θ_{PK} pri konvenčnej agrotechnike a 73,47 – 97,88 % θ_{PK} pri priamej sejbe bez orby.

Tabuľka 4. Zásoba vody v ornici fluvizeme glejovej vo vzťahu k hydrolimitom

Parameter	Obrábanie	Rok					$\bar{x}$
		2011	2012	2013	2014	2015	
$W_{\max}$ [% θ_{PK}]	KA	96,22	89,91	92,77	89,08	85,47	90,53
	PS	97,88	88,26	82,78	92,42	73,47	89,51
	$\bar{x}$	97,05	89,09	87,78	90,75	79,47	90,02
$W_{\varnothing}$ [% θ_{ZD}]	KA	103,94	94,90	84,72	87,28	82,13	90,05
	PS	101,64	92,89	88,55	91,03	77,71	91,05
	$\bar{x}$	102,79	93,90	86,64	89,16	79,92	90,55
$W_{\min}$ [% θ_V]	KA	120,95	119,12	82,38	79,39	90,67	98,02
	PS	120,14	82,21	109,47	84,74	91,65	96,90
	$\bar{x}$	120,55	100,67	95,93	82,07	91,16	97,46

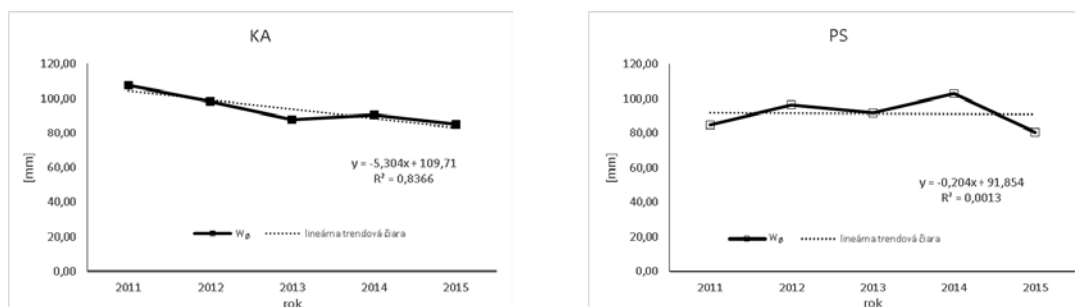
kde: $W_{\max}$ – maximálna zásoba pôdnej vody, $W_{\varnothing}$ – priemerná zásoba pôdnej vody, $W_{\min}$ – minimálna zásoba pôdnej vody, θ_{PK} – vlhkosť poľnej vodnej kapacity, θ_{ZD} – vlhkosť bodu zníženej dostupnosti, θ_V – vlhkosť bodu vädnutia



Obrázok 6. Lineárny trend vývoja maximálnej zásoby pôdnej vody

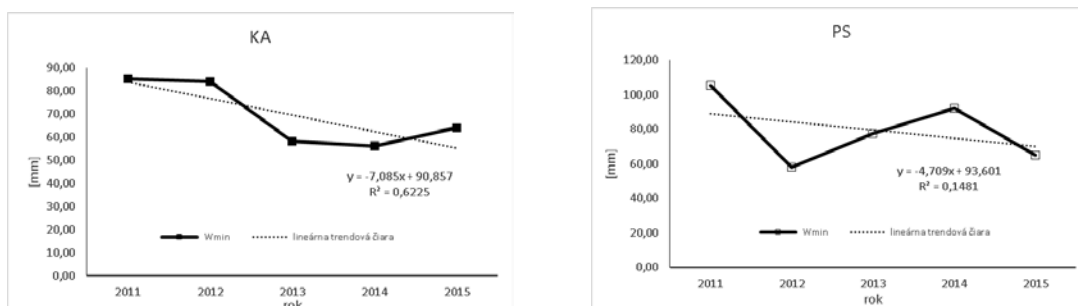
Lineárny trend (obr. 6.) predikuje zníženie maximálnej zásoby pôdnej vody o 14,03 mm pri konvenčnej agrotechnike, resp. až o 28,10 mm pri priamej sejbe bez orby. Pre ťažké pôdy Východoslovenskej nížiny podobný trend zistili Kotorová a Mati (2008).

Priemerná zásoba vody v ornici fluvizeme glejovej sa vzťahovala k vlhkosti bodu zníženej dostupnosti. Pri konvenčnej agrotechnike zistené hodnoty v 5-ročnom období dosahovali 82,13 – 103,94 % vlhkosti θ_{ZD} , pri priamej sejbe bez orby to bolo 77,71 – 101,64 % vlhkosti θ_{ZD} . Lineárny trend (obr. 7.) naznačuje zníženie priemernej zásoby vody v ornici o 26,52 mm pri KA variante, čo už je štatisticky významné. Pri priamej sejbe bez orby zníženie priemernej zásoby vody v ornici o 1,02 mm zodpovedá úrovni chyby merania.



Obrázok 7. Lineárny trend vývoja priemernej zásoby pôdnej vody

Bod vädnutia predstavuje hranicu fyziologicky neprístupnej vody zodpovedajúcej takému množstvu vody v pôde, ktoré už rastliny nie sú schopné prijímať a vädnú. Pre pôdy s vysokým obsahom ílovitých častíc sú typické vysoké hodnoty bodu vädnutia, čo spôsobuje veľmi nízke využitie zásoby vody v profile týchto pôd plodínami. Počas sledovaného obdobia 2011 – 2015 na konvenčnej agrotechnike minimálna zásoba vody dosahovala 73,68 – 121,43 % vlhkosti θ_v a pri priamej sejbe bez orby 65,42 – 120,14 % θ_v (tabuľka 4).



Obrázok 8. Lineárny trend vývoja minimálnej zásoby pôdnej vody

Na obr. 8. je znázornený lineárny trend minimálnej zásoby pôdnej vody. Pôdoochranné technológie, ku ktorým patrí aj priama seja bez orby, majú prispieť k lepšiemu hospodáreniu pôdy s vodou a zadržať vodu na dlhší čas. Pre obidve technológie obrábania je viditeľný trend zníženia minimálnej zásoby vody v 5-ročnom časovom rade, pri KA o 35,43 mm a pre PS o 23,55 mm. Hodnoty minimálnej zásoby pôdnej vody sa nachádzajú nad a pod trendovou čiarou, v závislosti aj od vývoja zrážkových pomerov v pokusnom období. Vplyv roka sa najvýznamnejšie prejavil práve pri minimálnej zásoby vody v ornici fluvizeme glejovej.

ZÁVER

- o Hodnotené fyzikálne a hydrofyzikálne parametre fluvizeme glejovej boli významne ovplyvnené experimentálnym rokom. Za hodnotené päťročné obdobie objemová hmotnosť i celková pórovitosť dosahovali priaznivejšie hodnoty pri konvenčnej agrotechnike. Z lineárnej trendovej analýzy v 5-ročnom časovom rade vyplýva zníženie objemovej hmotnosti, zvýšenie celkovej pórovitosti a zníženie maximálnej kapilárnej vodnej kapacity.

- o Maximálna zásoba pôdnej vody celkovo dosahovala 73,47 – 111,50 % vlhkosti poľnej vodnej kapacity, priemerná 74,36 – 106,77 % vlhkosti bodu zníženej dostupnosti a 65,42 – 121,43 % vlhkosti bodu vädnutia.
- o Z trendovej analýzy 5-ročného časového radu vyplýva zníženie maximálnej, priemernej i minimálnej zásoby vody v ornici fluvizeme glejovej pri oboch spôsoboch obrábania. Najvýraznejšie zníženie, aj vplyvom priebehu počasia v konkrétnom roku, sa prejavilo pri oboch spôsoboch obrábania na minimálnej zásobe vody v ornici.
- o Z viacročných sledovaní zmien fyzikálnych a hydrofyzikálnych charakteristík ťažkých pôd vyplýva, že aj priamu sejbu bez orby je možné použiť na pôdach s vyšším obsahom ílovitých častíc.

Podakovanie:

Táto práca bola podporovaná Agentúrou pre vedu a výskum na základe zmluvy č. APVV-15-0489 a APVV-0163-11.

LITERATÚRA

- CHAJDIÁK, J. 2005: Štatistické úlohy a ich riešenie v Exceli. Bratislava : Statis, 2005. 268 s. ISBN 80-85659-39-5
- HRIVŇÁKOVÁ, K., MAKOVNÍKOVÁ, J. et al. 2011: Jednotné pracovné postupy rozborov pôd. 1. vyd. Bratislava : VÚPOP. 2011, 136 s. ISBN 978-80-89128-89-1
- KOTOROVÁ, D., MATI, R. 2008: The trend analyse of water storage and physical properties in profile of heavy soils. In: *Agriculture (Poľnohospodárstvo)*, roč. 54, 2008, č. 4, s. 155-164. ISSN 0551-3677
- KOTOROVÁ, D., ŠOLTYSOVÁ, B. 2011: Fyzikálno-chemické vlastnosti ťažkých pôd. 1. vyd. Michalovce : CVRV Piešťany – Výskumný ústav agroekológie Michalovce, 2011. 96 s. ISBN 978-80-89417-34-6
- KOTOROVÁ, D., ŠOLTYSOVÁ, B., MATI, R. 2010: Vlastnosti fluvizemí na Východoslovenskej nížine pri ich rozdielnom obrábaní. 1. vyd. Michalovce : CVRV – Výskumný ústav agroekológie, 2010. 160 s. ISBN 978-80-89417-25-4
- KOVÁČ, K. et al. 2010: Minimalizačné a pôdoochranné technológie. Nitra: Agroinštitút, š. p., 2010, 142 s. ISBN 978-80-7139-139-5
- MATI R., KOTOROVÁ, D. 2007: The effect of soil tillage system on soil bulk density and other physical and hydrophysical characteristics of Gleyic Fluvisol. In: *Journal of Hydrology and Hydromechanics*, 55: 4. 246-252.
- MATI, R., PAVELKOVÁ, D., IVANČO, J. 2007: Zásoba pôdnej vody v ťažkých pôdach Východoslovenskej nížiny pri ich rozdielnom obrábaní. In: *Acta hydrologica Slovaca*, vol. 8, 2007, n. 2, p. 210-216.
- MATI, R., PAVELKOVÁ, D., IVANČO, J. 2008: Vlhkostný režim fluvizeme glejovej na Východoslovenskej nížine. In: *Acta hydrologica Slovaca*, vol. 9, 2008, n. 1, p. 115-122.
- MATI, R., KOTOROVÁ, D., GOMBOŠ, M., KANDRA, B. 2011: Development of evapotranspiration and water supply of clay-loamy soil on the East Slovak Lowland. In: *Agricultural Water Management*, vol. 98, 2011, no. 7, pp. 1133-1140. DOI: 10.1016/j.agwat.2011.02.007
- SKALOVÁ, J., ŠTEKAUEROVÁ, V. 2011: Pedotransferové funkcie a ich aplikácia pri modelovaní vodného režimu pôdy. 1. vyd. Bratislava : Slovenská technická univerzita Bratislava, 2011. 101 s. ISBN 978-80-227-3431-8
- SKALOVÁ, J. et al. 2015: Regionalizácia pedotransferových funkcií vlhkostných retenčných kriviek pôd Slovenska. Bratislava : Slovenská technická univerzita, 2015. 146 s. ISBN 978-80-227-4455-3
- ŠIMANSKÝ, V., POLLÁKOVÁ, N., JONCZAK, J. (2016): Is better minimum than standard mouldboard ploughing tillage from viewpoint of the pore-size distribution and soil water retention characteristic changes? In: *Cercetări Agronomice în Moldova*, Vol. XLIX, No. 3 (167) / 2016: 17-26. DOI: 10.1515/cerce-2016-0022
- ŠÚTOR, J., MATI, R., IVANČO, J., GOMBOŠ, M., KUPČO, M., ŠĚASTNÝ, P. 1995: Hydrológia Východoslovenskej nížiny. Michalovce : Media Group, 1995, 467 s. ISBN 80-88835-00-3

ŠÚTOR, J., GOMBOŠ, M., MATI, R., TALL, A., IVANČO, J. 2007: Voda v zóne aerácie pôd Východoslovenskej nížiny. Bratislava : ÚH SAV, Michalovce : SCPV – ÚAe, 2007, 280 s. ISBN 80-89139-10-8

ZAÚJEC, A. CHLPÍK, J., TOBIÁŠOVÁ, E. 2009: Pedológia a základy geológie. 1. vyd. Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, 2009. 400 s. ISBN 978-80-552-0207-5

RNDr. Dana Kotorová, PhD., Ing. Ladislav Kováč, PhD., Ing. Jana Jakubová

Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav agroekológie Michalovce,

Špitálska 1273, 071 01 Michalovce

Email: kotorova@minet.sk, kovac@minet.sk, jakubova@minet.sk

VPLYVY BIOUHLIA A BIOUHLÍKOVÉHO SUBSTRÁTU A ICH KOMBINÁCIE S DUSÍKOM NA ZMENY PÔDNEJ REAKCIE, PARAMETROV SORPCIE A OBSAH ORGANICKÉHO UHLÍKA V PÔDE

The effects of biochar and biochar substrate and their combination with N fertilization on the changes of soil pH, sorptive parameters and soil organic carbon content

VLADIMÍR ŠIMANSKÝ – MARTIN JURIGA – DUŠAN ŠRANK

Katedra pedológie a geológie – Slovenská poľnohospodárska univerzita

Application of biochar to the soil could increase of soil organic carbon content as well as improve soil parameters such as: soil pH or sorptive parameters. An experiments investigating effects of different biochar application rates combined with nitrogen fertilizer were conducted (1.) in a field experiment at the locality Dolná Malá on a Haplic Luvisol in 2015 and (2.) in laboratory conditions. The aim of this study was to study the effects of biochar and biochar combined with fertilization on soil pH, sorptive parameters and soil organic carbon content. Soil samples (a field experiment) were collected from plots exposed to the following treatments: 1. B0N0 - no biochar, no N fertilization, 2. B10N0 - biochar (10 t ha⁻¹), 3. B20N0 - biochar (20 t ha⁻¹), 4. B10N160 - biochar (10 t ha⁻¹) + fertilizer (160 kg N ha⁻¹), 5. B20N160 - biochar (20 t ha⁻¹) + fertilizer (160 kg N ha⁻¹), 6. B10N240 - biochar (10 t ha⁻¹) + fertilizer (240 kg N ha⁻¹), 7. B20N240 - biochar (20 t ha⁻¹) + fertilizer (240 kg N ha⁻¹). A lab experiment was conducted with different biochar application rates: BS0 control (0 t ha⁻¹), BS10 (10 t ha⁻¹) and BS20 (20 t ha⁻¹) and with added N fertilizer (with improving C:N ratio) in two different soil types (Mollic Fluvisol and Haplic Luvisol). The results of field experiment indicate that the soil pH_{H2O} in B0N0, B10N0, B20N0, B10N160, B20N160, B10N240 and B20N240 were 6.33, 6.50, 6.70, 6.91, 6.52, 6.67 and 6.59, respectively. The results of LSD test showed statistically significant differences between soil pH in control treatment and treatments with biochar and biochar with N fertilization. The most significant effect on increase of soil pH was observed in B10N160. Overall, the decrease of the average values of hydrolytic acidity (Ha) due to biochar and biochar combined with N fertilization resulted on average in an increase of sum of basic cation (SBC), cation exchange capacity (CEC) in all treatments. However, this effect was the most intensive in B10N160. Our results highlighted the fact that after the application of biochar and biochar in combination with N fertilization, the sorption complex became fully saturated. On average, the highest content of soil organic carbon (SOC) was determined in B20N160 treatment and it decreased in the following order: B20N240 > B20N0 > B10N240 > B10N160 > B20N0 > B10N0 > B0N0. The results of lab experiment showed that applied biochar substrate (BS) increased of soil pH in both soil types, but on the other side, the BS with N fertilization this one decreased. The average values of Ha were one more time higher in Mollic Fluvisol treatments than in Haplic Luvisol. Higher dose of BS combined with N fertilization increased Ha in both soil types. The highest acidification was observed in BS10+N in both soil types. The sorption complex became fully saturated after application of BS in both soil types, on the other side, the BS + N in both soil types was responsible for decrease of base saturation values. The SOC increased due to higher application rate of BS in both soil types.

Key words: biochar substrate, soil pH, soil organic carbon, neutralizing effect, N fertilization.

ÚVOD

Mnohé štúdie v poslednom období poukazujú na významnú úlohu biouhlia na zlepšovaní pôdnych vlastností, čo sa v konečnom dôsledku vďaka ich aplikovateľnosti do praxe môže odraziť aj na vyššom profite samotných poľnohospodárov. Biouhlie je považované za sľubný agronomický nástroj, ktorý má potenciál zvyšovať obsah organického uhlíka v pôde (Šimanský et al. 2016; Šimanský et al. 2017). Aplikované biouhlie do pôdy majú pozitívny dopad prostredníctvom zvyšujúceho sa obsahu uhlíka v pôde a jeho menšieho uvoľňovania sa do atmosféry na prebiehajúcu klimatickú zmenu (Zhang et al. 2012). Aplikované biouhlie do pôdy majú priaznivý efekt aj na zlepšovanie chemizmu pôd, taktiež priaznivo ovplyvňujú vododržnosť pôd, znižujú objemovú hmotnosť pôd a zlepšujú agregáciu, čo sa v konečnom dôsledku prejaví na lepšom fyzikálnom stave

pôd (Igaz et al. 2017; Šimanský et al. 2016). Keďže je biouhlie porózny materiál s vysokou sorpčnou schopnosťou, stávajú sa jeho póry životným priestorom pre pôdnu mikroflóru, čo sa prejaví zlepšením biologických vlastností pôd (Lehmann et al. 2011). Avšak vlastnosti biouhlia sa líšia v závislosti od samotného druhu organických zvyškov, ktoré podliehajú pyrolýze (Soucémariadin et al. 2013), samotnej teploty spaľovania (Antal et al. 2003), či dĺžky spaľovania.

Keďže je biouhlie považované za pôdne aditívum, ktoré môže potenciálne zvýšiť obsah organického uhlíka v pôde, pôdnu reakciu a zlepšiť sorpčnú schopnosť pôd, tak zámerom tejto práce bolo kvantifikovať zmeny v týchto parametroch po aplikácii rozdielnych dávok samotného biouhlia resp. biouhlíkového substrátu a biouhlia pri rôznych úrovniach dusíkatého hnojenia v poľnom, ale i laboratórnom pokuse.

MATERIÁL A METODIKA

Práca bola rozdelená na dve časti. V prvej časti sme hodnotili výsledky z druhého roku (2015) po aplikácii biouhlia v poľných podmienkach a v druhej časti sme sa zamerali na posúdenie jeho krátkodobého efektu v modelovom laboratórnom experimente.

V roku 2014 bol v lokalite Dolná Malanta (experimentálna báza SPU Nitra) na hlinitej hnedozemi so slabou kyslou pôdnou reakciou ($\text{pH}_{\text{KCl}} = 5,71$) a s nízkym obsahom celkového organického uhlíka ($9,13 \text{ g.kg}^{-1}$) založený pokus s biouhlím. Územie patrí do agro-klimatickej oblasti veľmi teplej s priemernou ročnou teplotou vzduchu $\geq 10^\circ\text{C}$ a priemerným ročným úhrnom zrážok 550 mm. Vzorky pôdy sa odoberali počas vegetačného obdobia kukurice satej v mesačných intervaloch z nasledovných variantov: 1. B0N0 – bez hnojenia (kontrola), 2. B10N0 – biouhlie v dávke 10 t.ha^{-1} , 3. B20N0 – biouhlie v dávke 20 t.ha^{-1} , 4. B10N160 – biouhlie v dávke $10 \text{ t.ha}^{-1} + 160 \text{ kg N ha}^{-1}$, 5. B20N160 – biouhlie v dávke $20 \text{ t.ha}^{-1} + 160 \text{ kg N ha}^{-1}$, 6. B10N240 – biouhlie v dávke $10 \text{ t.ha}^{-1} + 240 \text{ kg N ha}^{-1}$, 7. B20N240 – biouhlie v dávke $20 \text{ t.ha}^{-1} + 240 \text{ kg N ha}^{-1}$. Biouhlie po pyrolýze obilných pliev a odpadového kalu pri výrobe papiera (pri teplote 550°C po dobu 30 minút), ktoré sa aplikovalo do pôdy obsahovalo: 57 g.kg^{-1} Ca, $3,9 \text{ g.kg}^{-1}$ Mg, 15 g.kg^{-1} K, $0,7 \text{ g.kg}^{-1}$ Na, 53,1% celkového C, 1,4% celkového N a jeho pH bolo 8,8. Dusík vo variantoch s N hnojením bol dodaný vo forme LAD 27.

Laboratórny experiment bol založený v inkubačnej miestnosti KPG SPU Nitra, kde sa počas doby jeho trvania udržiavali optimálne podmienky pre rozklad organickej hmoty (teplota 25°C a vlhkosť na úrovni 60% z PVK). Na založenie pokusu sa použili zeminy z dvoch rôznych typov: 1. Hnedozem (HM), ktorá mala pH 5,71, obsah SOC bol $9,13 \text{ g.kg}^{-1}$ a zrnitosť bola hlinitá, 2. Čiernica (ČA) s pH 5,93, obsahom SOC $18,9 \text{ g.kg}^{-1}$ a hlinitou textúrou. Založené boli nasledovné varianty: 1. HM (kontrola), 2. HM s 10 t BS ha^{-1} , 3. HM s 20 t BS ha^{-1} , 4. HM s $10 \text{ t BS ha}^{-1} + \text{N}$, 5. HM s $20 \text{ t BS ha}^{-1} + \text{N}$, 6. ČA (kontrola), 7. ČA s 10 t BS ha^{-1} , 8. ČA s 20 t BS ha^{-1} , 9. ČA s $10 \text{ t BS ha}^{-1} + \text{N}$, 10. ČA s $20 \text{ t BS ha}^{-1} + \text{N}$. Biouhlíkový substrát (BS) pre tento experiment bol dodaný od spoločnosti Zdroje Zeme a.s., Bernolákovo, ktorá vyrába biouhlíkový regeneračný substrát chránený úžitkovým vzorom. Vo variantoch s N bol upravený pomer C:N na 10:1 pomocou síranu amónneho.

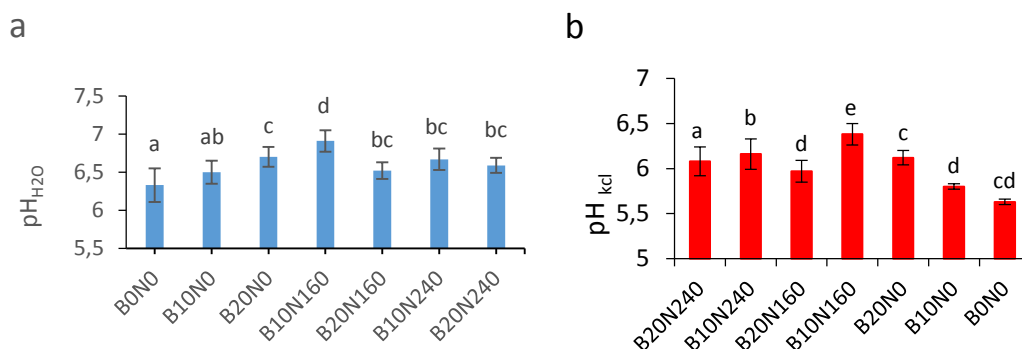
Pôdne vzorky pre stanovenie pH, ukazovateľov sorpcie (Fiala et al. 1999) a pôdného organického uhlíka (SOC) (Dziadowiec a Gonet 1999) z poľného experimentu boli odobrané počas vegetačného obdobia kukurice satej v mesačných intervaloch a v laboratórnom experimente po mesiaci inkubácie. Výsledky z poľného experimentu a čiastočne aj modelového laboratórneho pokusu boli vyhodnotené jednofaktorovou analýzou rozptylu. Priemerné hodnoty medzi variantmi hnojenia boli posúdené LSD testom s minimálnou hladinou významnosti $P < 0,05$.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Vyhodnotenie poľného experimentu

Aplikácia biouhlia zvýšila priemerný obsah aktívneho pH, pričom najvyššie zvýšenie bolo zaznamenané vo variante, kde bolo biouhlie aplikované v dávke 10 t.ha^{-1} spolu so 160 kg N ha^{-1} (graf 1a). Ďalej uvádzame varianty hnojenia v poradí v akom sa hodnoty aktívneho pH zvyšovali: B0N0 < B10N0 < B20N160 < B20N240 < B10N240 < B20N0 < B10N160. Hodnoty $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ sa štatisticky významne zvýšili $0,41 \text{ pH}$ v dôsledku aplikácie 160 kg N ha^{-1} v kombinácii s 10 t biouhlia v porovnaní s B10N0. Dávka 160 kg N ha^{-1} spolu s 20 t biouhlia nemala významný efekt na hodnoty $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ v porovnaní s B20N0. Taktiež, žiadne významne rozdiely neboli pozorované pri dávke 240 kg N ha^{-1} s oboma dávkami biouhlia. Hodnoty pH v pôde po aplikácii biouhlia závisia najmä od pH samotného

biouhlia, ktoré môže byť rôzne. Hodnota pH biouhlia podobne ako aj jeho ostatné vlastnosti závisia od typu východiskovej suroviny, výrobnéj teploty a dĺžky výroby (Liu et al. 2012). Vyššie pH biouhlia sa pripisuje najmä vyššej teplote počas pyrolýzy organických látok v dôsledku čoho dochádza k nahromadeniu alkalických kovov, tvorbe uhličitanov a koncentracii uhličitanov odvodených z biomasy ako funkcie teploty (Yuan et al. 2011). Podobný trend, avšak štatisticky výraznejší bol pozorovaný v prípade výmenného pH (graf 1b). Hodnoty pH_{KCl} v B10N0, B20N0, B10N160, B20N160, B10N240 a B20N240 sa štatisticky významne zvýšili o 3, 9, 13, 6, 9 a o 8% v porovnaní s kontrolou (B0N0).



Graf 1. Štatistické vyhodnotenie pôdnej reakcie **a)** aktívnej **b)** výmennej. Rozdielne písmená medzi stĺpcami (priemerné hodnoty) signalizujú štatisticky významný rozdiel – LSD test.

Parametre charakterizujúce sorpčnú schopnosť pôdy v závislosti od aplikácie samotného biouhlia, ale i v kombinácii s N hnojením sú uvedené v Tabuľke 1. Aplikácia samotného biouhlia, ale i v kombinácii s N hnojením pôsobila významne depresívne na hodnoty hydrolytickej kyslosti (Ha). Štatisticky najvýznamnejší pokles hodnôt Ha bol zistený vo variante B10N160. Celkovo prídanie N k zapracovanému biouhliu malo štatisticky významnejší efekt na zníženie Ha, ako iba aplikácia samotného biouhlia v oboch dávkach. Naše výsledky potvrdzujú vyššie uvedené poznatky o neutralizačnom efekte biouhlia (Horák 2015). Šimanský a Tobiašová (2010) uviedli, že hnojenie vo všeobecnosti môže spôsobovať zmenu pH, čo sa následne odráža aj na parametroch sorpcie pôdy (Thomas et al. 2007). Hodnoty sumy výmenných bázičných kationov (S) a celkovej sorpčnej kapacity (T) mali pomerne široký rozptyl a tak nemôžeme jednoznačne potvrdiť ich zmeny v dôsledku aplikovaného biouhlia. Vo variante B0N0 bol sorpčný komplex (V) nasýtený, avšak po aplikácii samotného biouhlia a biouhlia v kombinácii s N hnojením sa sorpčný komplex stal plne nasýteným. Najpriaznivejší efekt na stupeň nasýtenia sorpčného komplexu bol pozorovaný po aplikácii biouhlia v dávke 10 t.ha⁻¹ spolu so 160 kg N ha⁻¹. V popole biouhlia ako to uviedol Rajkovich et al. (2012) sa nachádzajú živiny vrátane bázičných kationov ako Ca a Mg, čo mohlo spôsobiť jeho priaznivé pôsobenie aj na hodnoty stupňa nasýtenia sorpčného komplexu bázičnými kationmi (Tabuľka 1).

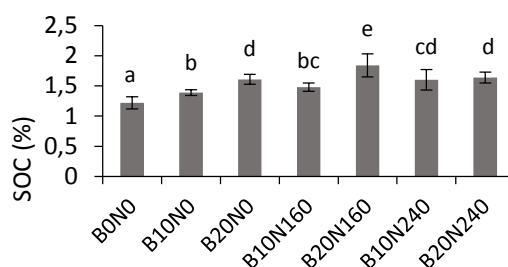
Tabuľka 1. Štatistické vyhodnotenie parametrov sorpcie

Variant	Ha	S	T	V
		mmol.kg ⁻¹		%
B0N0	10,5±1,21 ^c	166,9±73,1 ^a	177,4±73,3 ^a	93,5±1,91 ^a
B10N0	8,63±1,49 ^b	196,0±72,38 ^a	204,6±73,29 ^a	95,5±1,13 ^b
B20N0	8,04±0,73 ^b	193,1±63,77 ^a	201,2±63,92 ^a	95,8±0,92 ^b
B10N160	5,56±1,48 ^a	217,1±65,61 ^a	222,7±64,57 ^a	97,3±1,07 ^c
B20N160	7,68±0,71 ^b	194,5±62,89 ^a	202,2±62,56 ^a	96,6±1,01 ^c
B10N240	7,33±1,25 ^b	207,4±85,12 ^a	214,7±85,38 ^a	96,3±1,11 ^c
B20N240	7,99±1,36 ^b	215,6±79,83 ^a	223,6±80,01 ^a	96,1±1,33 ^c

Rozdielne písmená medzi riadkami (priemerné hodnoty) signalizujú štatisticky významný rozdiel – LSD test.

Zapracovávanie biouhlia do pôdy má priaznivý vplyv na zadržiavanie uhlíka (Agegnehu et al. 2016). V tejto štúdii sa prídanie biouhlia štatisticky významne odrazilo na zvýšení SOC vo všetkých variantoch v porovnaní s B0N0 (graf 2). Priemerne najvyšší obsah SOC bol stanovený vo variante

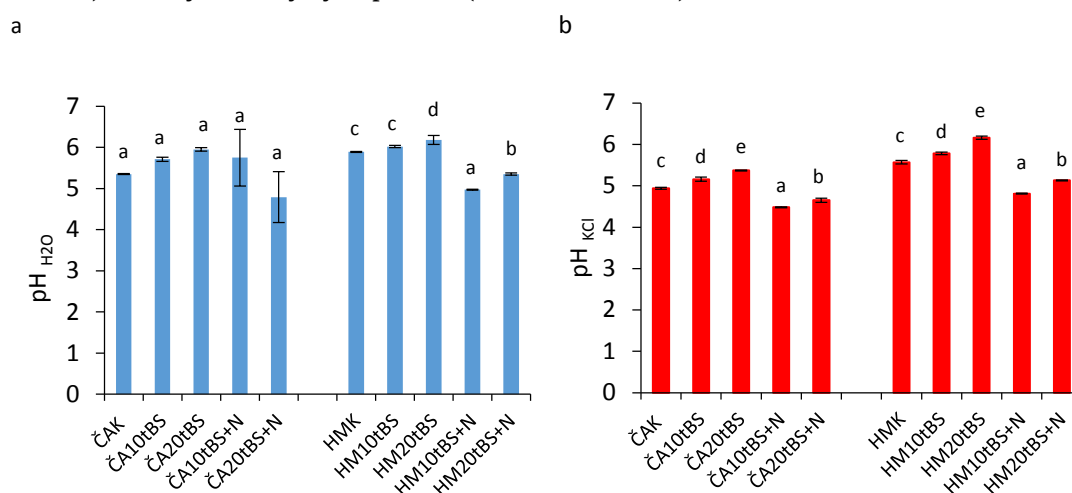
B20N160 a potom nasledovali ostatné varianty ako: B20N240 > B20N0 > B10N240 > B10N160 > B20N0 > B10N0 > B0N0. Výsledky poukazujú na to, že vyššia dávka, či už samotného biouhľia resp. v kombinácii s N hnojením výraznejšie zvýšila obsah SOC v pôde. Tieto zistenia korešpondujú s už publikovanými údajmi (Šimanský et al. 2016; Šimanský et al., 2017; Horák et al., 2017) z tohto experimentu počas prvého roku po aplikácii biouhľia. Vyšší obsah SOC v pôde je spájaný s tým, že biouhlie je považované za bohatý a stabilný zdroj organického uhlíka (Fischer a Glaser 2012). Vyšší nárast SOC vo variantoch s biouhlím môže byť spájaný aj s vyššou mikrobiálnou aktivitou, ktorá sa ešte môže značne zvýšiť po pridaní N hnojenia a to najmä v druhom roku po aplikácii biouhľia.



Graf 2. Štatistické vyhodnotenie obsahu organického uhlíka v pôde
Rozdielne písmená medzi stĺpcami (priemerné hodnoty) signalizujú štatisticky významný rozdiel – LSD test.

Vyhodnotenie laboratórneho experimentu

Na úvod treba zdôrazniť, že ide o krátkodobé výsledky, ktoré sa získali po mesiaci inkubácie zemín s biouhlíkovým substrátom (BS). Celkový efekt môže byť odlišný, avšak pre sledovanie zmien sú aj krátkodobé výsledky zdrojom cenných informácií. Hodnoty aktívnej pôdnej reakcie ($\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$) sa pohybovali v rozpätí od 4,77 do 6,26 (od kyslej do slabokyslej), a boli rozdielne v čiernici a hnedozemi. Biouhlíkový substrát, či už samotný resp. v kombinácii s N pôsobil na zmeny aktívneho pH rozdielne ak sme porovnali oba pôdne typy. Vo variantoch s čiernicou sme síce pozorovali trend zvyšovania aktívneho pH v dôsledku zvyšujúcej sa dávky BS a znižovania v dôsledku úpravy C:N po aplikácii BS, avšak tieto zmeny neboli štatisticky významné (graf 3a). Rovnaký trend, ale štatisticky preukazný bol pozorovaný vo variantoch s hnedozemou, ale i u oboch pôdných typoch na zmeny výmennejho pH (graf 3b). Ako je vyššie uvádzané, biouhlie a jeho substráty v dôsledku vyššieho pH a naakumulovaní bázičných a alkalických kationtov počas pyrolýzy má značný neutralizačný efekt (Horák 2015) a to najmä na kyslých pôdach (Horák et al. 2017).



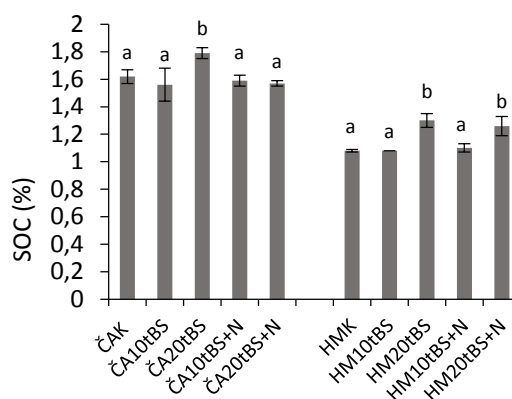
Graf 3. Štatistické vyhodnotenie pôdnej reakcie **a)** aktívnej **b)** výmennej
Rozdielne písmená medzi stĺpcami (priemerné hodnoty) signalizujú štatisticky významný rozdiel – LSD test.

Priemerné hodnoty parametrov sorpcie po mesiaci inkubácií v oboch sledovaných pôdnych typoch sú uvedené v Tabuľke 2. Ako v prípade pH i u týchto parametrov sú značné rozdiely v závislosti od pôdneho typu. Hodnoty H_a sú takmer raz tak vyššie vo variantoch s čiernicou ako s hnedozemou, avšak trendy sú rovnaké. U oboch pôdnych typov, čím sa dávka BS zvýšila, hodnoty H_a sa znížili. Ak sa však v BS upravil pomer C:N, tak hodnoty H_a sa zvýšili v porovnaní s kontrolou, ale i v porovnaní s variantmi, kde bol aplikovaný iba biouhľikový substrát. Najvýraznejší acidifikačný efekt bol zistený vo variantoch BS v dávke 10 t a upraveným C:N. Jednotlivé dávky BS, či už samostatne resp. s upraveným pomerom C:N mali rozdielne efekty na hodnoty S a T. V čiernici sa hodnoty T zvyšovali s aplikovanou dávkou BS, kým v hnedozemi iba v prípade dávky 20 t.ha⁻¹. V prípade čiernice hodnoty T sa výrazne znížili v dôsledku aplikácie BS s upraveným pomerom C:N (výraznejšie pri vyššej dávke BS). Stupeň nasýtenia sorpčného komplexu bázičnými kationmi sa zvyšoval u oboch pôdnych typov v dôsledku rastúcej dávky BS, naopak v dôsledku úpravy C:N v BS sa hodnoty V znižovali.

Tabuľka 2. Priemerné hodnoty parametrov sorpcie

Variant	H	S	T	V
	mmol.kg ⁻¹			%
ČA	26,60	246,51	273,11	90,26
ČA10tBS	22,19	249,53	271,72	91,83
ČA20tBS	20,20	258,44	278,64	92,75
ČA10tBS+N	33,25	221,81	255,06	86,96
ČA20tBS+N	33,17	192,11	225,27	85,23
HM	14,05	156,47	170,52	91,76
HM10tBS	13,13	153,50	166,63	92,12
HM20tBS	11,80	173,30	185,10	93,63
HM10tBS+N	30,75	160,43	191,18	83,92
HM20tBS+N	25,85	132,71	158,56	83,69

Menej výraznejšie zmeny po aplikácii biouhľia bývajú spravidla pozorované na úrodnejších pôdach, naopak pozitívne reakcie na aplikované biouhlie alebo iné pôdne aditíva resp. hnojenie organickými hnojivami sú pozorované na menej úrodných, často piesočnatých pôdach (Butnan et al. 2015). Naše zistenia to potvrdzujú (graf 4), keďže výraznejší prejav aplikovaného BS bol zistený v prípade hnedozeme v porovnaní s čiernicou. Vo variantoch s čiernicou sa zvýšenie dávky BS na 20 t.ha⁻¹ štatisticky významne prejavilo na 11% zvýšení SOC v pôde v porovnaní s nehnojou kontrolou. Medzi kontrolou a ostatnými variantmi hnojenia v čiernici neboli pozorované žiadne významné rozdiely. Aplikácia BS v dávke 20 t.ha⁻¹, ale i v kombinácii s N hnojením sa štatisticky významne prejavila na zvýšení SOC v hnedozemi.



Graf 4. Štatistické vyhodnotenie obsahu organického uhlíka v pôde

Rozdielne písmená medzi stĺpcami (priemerné hodnoty) signalizujú štatisticky významný rozdiel – LSD test.

ZÁVER

Vplyv aplikácie biouhlia a biouhlíkového substrátu, či už samotných alebo v kombinácii s N hnojením má vplyv na zmeny pH pôdy, parametre sorpcie a obsahu organického uhlíka v pôde. Efekty závisia od pôdneho typu, N hnojenia, ale i dĺžky po aplikácii týchto pôdnych aditív. Aplikácia biouhlia získavaného pyrolýzou rastlinných zvyškov, kompostov a organického odpadu (neobsahujúceho prímеси škodlivých a nebezpečných látok) a jeho rôznych substrátov sa môže javiť ako dobré riešenie smerujúce k zvyšovaniu pôdnej úrodnosti a k podpore trvalo udržateľného hospodárenia na pôde.

Práca bola riešená v rámci projektu **VEGA 1/0136/17** a finančnej a materiálnej podpory spoločnosti **Zdroje Zeme a.s.**, Bernolákovo, ktorá vyrába **biouhlíkový regeneračný substrát** chránený úžitkovým vzorom.

LITERATÚRA

- AGEGNEHU, G., BASS, A. M., NELSON, P. N., BIRD, M. I. 2016: Benefits of biochar, compost and biochar-compost for soil quality, maize yield and greenhouse gas emissions in a tropical agricultural soil. In: *Sci. Tot. Environ.*, roč. 543, s. 295 – 306.
- ANTAL, M. J., GRONLI, M. 2003: The art, science, and technology of charcoal production. In: *Ind. Eng. Chem. Res.*, roč. 42, s. 1619 – 1640.
- BUTNAN, S., DEENIK, J. L., TOOMSAN, B., ANTAL, M. J., VITYAKON, P. 2015: Biochar characteristics and application rates affecting corn growth and properties of soils contrasting in texture and mineralogy. In: *Geoderma*, roč. 237–238, s. 105 – 116.
- DZIADOWIEC, H., GONET S. S. 1999: Methodical guide-book for soil organic matter studies. Polish Society of Soil Science, Warszawa.
- FIALA, K., KOBZA, J., MATÚŠKOVÁ, Ľ., BREČKOVÁ, V., MAKOVNÍKOVÁ, J., BARANČIKOVÁ, G., BÚRIK, V., LITAVEC, T., HOUSKOVÁ, B., CHROMANIČOVÁ, A., VÁRADIOVÁ, D., PECHOVÁ, B. 1999: *Závazné metódy rozborov pôd. Čiastkový monitorovací systém- PÔDA*. 1.vyd. Bratislava: VUPOP, 1999, 142 s., ISBN 80-85361-55-8.
- FISCHER, D., GLASER, B. 2012: Synergisms between Compost and Biochar for Sustainable Soil Amelioration. In: *Management of Organic Waste*. Earthscan, Rijeka, s. 167 – 198.
- HORÁK, J., KONDRLOVÁ, E., IGAZ, D., ŠIMANSKÝ, V., FELBER, R., LUKAC, M., BALASHOV, E., BUCHKINA, N., RIZHIYA, E. Y., JANKOWSKI, M. 2017: Biochar and biochar with N-fertilizer affect soil N₂O emission in Haplic Luvisol. In: *Biologia*, roč. 72, č. 9, s. 995 – 1001.
- HORÁK, J. 2015: Testing biochar as a possible way to ameliorate slightly acidic soil at the research field located in the Danubian lowland. In: *Ac. Horti. Reg.*, roč. 18, č. 2, s. 20 – 24.
- IGAZ, D., HORÁK, J., DOMANOVÁ, J., ŠIMANSKÝ, V., RODNÝ, M., TÁRNÍK, A. 2017: Vplyv aplikácie jednorázovej dávky biouhlia na akumuláciu pôdnej vody v poľnom experimente. In: *Hydrologie malého povodia 2017*. Praha Ústav pro hydrodynamiku AVČR: ISBN 978-80-87117-15-6.
- LEHMANN, J., RILLIG, M. C., THIES, J., MASIELL, C. A., HOCKADAY, W. C., CROWLEY, D. 2011: Biochar effects on soil biota, A review. In: *Soil Biol. Biochem.*, roč. 43, s. 1812 – 1836.
- LIU, X. H., ZHANG, X. CH. 2012: Effect of biochar on pH of alkaline soils in the loess plateau: results from incubation experiments. In: *Int. J. Agric. Biol.*, roč. 14, s. 745 – 750.
- RAJKOVICH, S., ENDERS, A., HANLEY, K., HYLAND, C., ZIMMERMAN, A. R., LEHMANN, J. 2012: Corn growth and nitrogen nutrition after additions of biochars with varying properties to a temperate soil. In: *Biol. Fertil. Soils*, roč. 48, s. 271 – 284.
- SOUĆEMARIANADIN, L. N., QUIDEAU, S. A., MACKENZIE, M. D., BERNARD, G. M., WASYLISHEN, R. E. 2013: Laboratory charring conditions affect black carbon properties: a case study from Quebec black spruce forests. In: *Org. Geochem.*, roč. 62, s. 46 – 55.
- ŠIMANSKÝ, V., HORÁK, J., IGAZ, D., JONCZAK, J., MARKIEWICZ, M., FELBER, R., RIZHIYA, E. Y., LUKAC, M. 2016: How dose of biochar and biochar with nitrogen can improve the parameters of soil organic matter and soil structure? In: *Biologia*, roč. 71, č. 9, s. 989 – 995.
- ŠIMANSKÝ, V., HORÁK, J., KOVÁČIK, P., BAJČAN, D. 2017: Carbon sequestration in water-stable aggregates under biochar and biochar with nitrogen fertilization. In: *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, roč. 23, č. 3, s. 429 – 435.

ŠIMANSKÝ, V., TOBIAŠOVÁ, E. 2010: Impact of tillage, fertilization and previous crop on chemical properties of Luvisol under barley farming system. In: *Journal of Central European Agriculture*, roč. 11, č. 3, s. 245 – 254.

THOMAS, G. A., DALAL, R. C., STANDLEY, J. 2007: No-till effects on organic matter, pH, cation exchange capacity and nutrient distribution in a Luvisol in the semi-arid subtropics. In: *Soil Tillage Res.*, roč. 94, s. 295 – 304.

YUAN, J. H., XU, R. K., ZHANG, H. 2011: The forms of alkalis in the biochar produced from crop residues at different temperatures. In: *Bioresour. Technol.*, roč. 102, s. 3488 – 3497.

ZHANG, A., BIAN, R., PAN, G., CUI, L., HUSSAIN, Q., LI, L., HENG, J., ZHENG, J., ZHANG, X., HAN, X., YU, X. 2012: Effects of biochar amendments on soil quality, crop yield and greenhouse gas emission in a Chinese rice paddy: a field study of 2 consecutive rice growing cycles. In: *Field Crop Res.*, roč. 127, s. 153 – 160.

Adresa:

doc. Ing. Vladimír Šimanský, PhD.; SPU, Tr. A Hlinku 2, 949 76 Nitra; vladimir.simansky@uniag.sk

Ing. Martin Juriga; SPU, Tr. A Hlinku 2, 949 76 Nitra; xjuriga@is.uniag.sk

Ing. Dušan Šrank; SPU, Tr. A Hlinku 2, 949 76 Nitra; srank.dusan@gmail.com

RÔZNE OBRÁBANIE PÔDY A JEJ ZHUTNENIE V POKUSOCH NPPC – VÚRV V PIEŠŤANOCH

Different methods of soil cultivation and its compaction in experiments NAFC – RIPP in Piešťany

RASTISLAV BUŠO - ROMAN HAŠANA – IVANA BEZÁKOVÁ

*Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav rastlinnej výroby Piešťany,
Bratislavská cesta 122, 921 68 Piešťany, Slovenská republika*

In the years 2014 - 2016 we followed the effects of different tillage (conventional, minimization, mulch - till, no - till) for soil compaction. The value of soil compaction was lower in soil protection and minimization technologies. When the moisture is balanced during spring, compaction is not so significant. In these years we noticed the advantages in reduced technologies, especially in the years when high temperatures are combined with a more rainfall deficit. Significant differences between technologies of minimization, conservation and conventional technology have been very hot and very dry in 2015. Soil protection and minimization technologies are climatically suitable worse the year in the soil compaction.

Key words: soil compaction, different tillage, conventional, minimization, mulch - till, no - till
Penetrologer, MPa

ÚVOD

Spôsob obrábania pôdy, spolu s priebehom klimatických a poveternostných podmienok, zohráva veľmi dôležitú úlohu v systéme hospodárenia na pôde. Obrábanie pôdy predstavuje energeticky a ekonomicky najnáročnejšiu časť produkčného procesu. V celosvetovom meradle sa najmä preto uplatňujú snahy na uplatnenie tzv. redukovaných systémov obrábania pôdy. Ich podstatou je rôzny stupeň obmedzenia konvenčného obrábania pôdy orbou, t. j. obrábania vrchného plastu pôdy a jeho náhrada rôznymi spôsobmi minimalizačného obrábania pôdy s ponechaním pozberových zvyškov. Tieto technológie chránia pôdu pred eróziou, zhutnením a rozrušením štruktúry (Nozdrovický, 1999). Krajnou hranicou je tzv. no-tillage, priama sejba do neobrobenej pôdy. Diferencovaným aspektom takéhoto obrábania pôdy sa v zahraničí venovali napr. López-Fando – Almendros (1995), Suškevič (1995), Etana et al. (1999), Čupa (2000), Hao et al. (2001), Knežević et al. (2003), Matula (2003), Stipešević - Kladičko (2005). V našich podmienkach sa týmito technológiami zaoberali viacerí autori, ako napr. Miština et al. (1993), Žák et al. (2002), Hnát et al. (2003), Kováč et al. (2005), Kotorová - Hnát (2005), Žembery (2016). Rozvoj technológií obrábania pôdy v SR, podobne ako aj v iných krajinách s vyspelým poľnohospodárstvom, je vyvolaný ekonomickým tlakom na znižovanie nákladov a energie a ekologickými požiadavkami na zastavenie procesov zhoršovania pôdnych vlastností. V ostatných 30 rokoch sa v podmienkach Slovenska dvojnásobne zvýšil odpor pôdy pri orbe a ďalších zásahoch, čo svedčí o zhoršení fyzikálneho stavu a biologickej činnosti pôdy. To vedie k potrebe prehodnotenia tradičných technológií obrábania pôdy a energeticky náročných pracovných operácií (Molnárová, 2000). Bajla (1999) uvádza, že nové spôsoby agrotechniky i nová technika zavádzaná v poslednom období do poľnohospodárstva vedú k efektívnejšiemu využívaniu pôdy, ale súčasne prinášajú negatívne dôsledky intenzívnych foriem hospodárenia. Medzi ne patrí i utlačanie pôdy spôsobované faktormi prírodnými a antropogénnymi. V krajinách s vysokou úrovňou agrotechnického myslenia sa postupne prechádza od konvenčného obrábania pôdy s obrábaním jej povrchovej vrstvy pluhom s odhrňovačkou na racionálnejšie a ekologicky vhodnejšie systémy obrábania pôdy nazývané konzervačné, ochranné, redukované, vrátane sejby do neobrobenej pôdy. Nadmerné zhutnenie pôdy (kompakcia) má za následok zníženie pôdnej úrodnosti v podobe zhoršených fyzikálnych, chemických a biologických vlastností pôdy. Od toho sa odvíja i ďalší proces degradácie pôdy v podobe zlého hospodárenia s vodou (zvýšená objemová hmotnosť, nižšia pórovitosť, zamokrenie, rýchly odtok z plochy, erózia), vysokého mechanického odporu prenikajúcich koreňov rastlín, ale i pracovného náradia mechanizmov na obrábanie pôdy. Zhutnenie je dvojaké: primárne - dané genetickými vlastnosťami pôdy a sekundárne

– spôsobené činnosťou človeka. Sekundárne zhutnenie môže vzniknúť priamo a nepriamo. Priame vzniknutie je vplyvom kolies mechanizmov, nepriame nesprávnym hospodárením (hnojenie, oševné postupy, ...). Kompakciou je u nás ohrozených asi 800 tisíc ha poľnohospodárskej pôdy (Bielek, 2006).

Cieľom príspevku je v časovom období rokov 2014 - 2016 zdokumentovať vplyv rôznych spôsobov obrábania pôdy v pokusoch NPPC – VÚRV v Piešťanoch na zhutnenie pôdy v súvislosti s pomerom k poveternostným pomeroch v sledovaných rokoch.

MATERIÁL A METÓDY

Pokusy s rôznymi technológiami obrábania pôdy v rámci osevného postupu pšenica letná f. ozimná – kukurica siata na zrno – jačmeň siaty jarný – sója fazuľová sú založené v poľných podmienkach na Výskumnom pracovisku NPPC - VÚRV v Piešťanoch, lokalita Borovce. Územie má kontinentálny charakter podnebia s dlhodobým ročným priemerom zrážok 593 mm, z toho za vegetáciu 358 mm. Dlhodobý priemer ročnej teploty je 9,2 °C, za vegetáciu 15,5 °C. Nadmorská výška je 167 m n. m.. Oblasť je zaradená do kukurično-jačmenného výrobného typu. Pôda na pokusnom stanovišti je hlinitá černozem hnedozemná, na spraši s hĺbkou humusového horizontu 400 – 500 mm, so strednou zásobou P a K, s neutrálnou až slabo kyslou pôdnou reakciou. Obsah humusu v orničnom profile je stredný (2,43 %), v podorničných horizontoch je nízky (0,87 – 1,84 %).

Zvolený osevný postup čiastočne odráža súčasný podiel pestovateľských plôch obilnín na Slovensku (viac ako 50 %), zastúpenie jednej bôbovitej plodiny a jednej obilniny, ktorá je ošetrovaná ako okopanina – kukurice siatej na zrno. Veľkosť zberovej plochy pokusnej parcely jednej plodiny je 9 m x 35 m, t. j. 315 m².

V rámci riešenia predmetnej problematiky sú skúšané štyri technológie obrábania pôdy: konvenčná, minimalizačná, nastielacia a bezorbová technológia.

Konvenčná technológia predstavuje spôsob obrábania pôdy, ktorej základom je orba. Pri tejto technológii pozberové zvyšky rastlín pokrývajú povrch pôdy v rozpätí od 0 do 15 %. Jedná sa teda o klasické obrábanie pôdy.

Minimalizačná technológia predstavuje redukované obrábanie pôdy s využitím kyprčov (plytká kultivácia) s následnou sejbou, po ktorej povrch pôdy býva pokrytý rastlinnými pozberovými zvyškami na úrovni 15 – 30 %.

Nastielacia technológia - pôda sa pred sejbou obrobí tzv. podrezaním strniska, pri ktorom sa povrch pôdy nadvihne, ale podrezané strnisko, alebo pozberové zvyšky rastlín zostávajú na povrchu pôdy. Po sejbe, vykonávanej špeciálnymi sejačkami zostáva povrch pôdy pokrytý rastlinnými zvyškami na 30 - 60 %.

Bezorbová technológia sa zaraďuje k pôdoochranným technológiám, jej základom je priama sejbá, t. j. sejbá do neobrobenej pôdy. Po sejbe by mala zostať pôda pokrytá rastlinnými zvyškami na viac ako 30 %-ách.

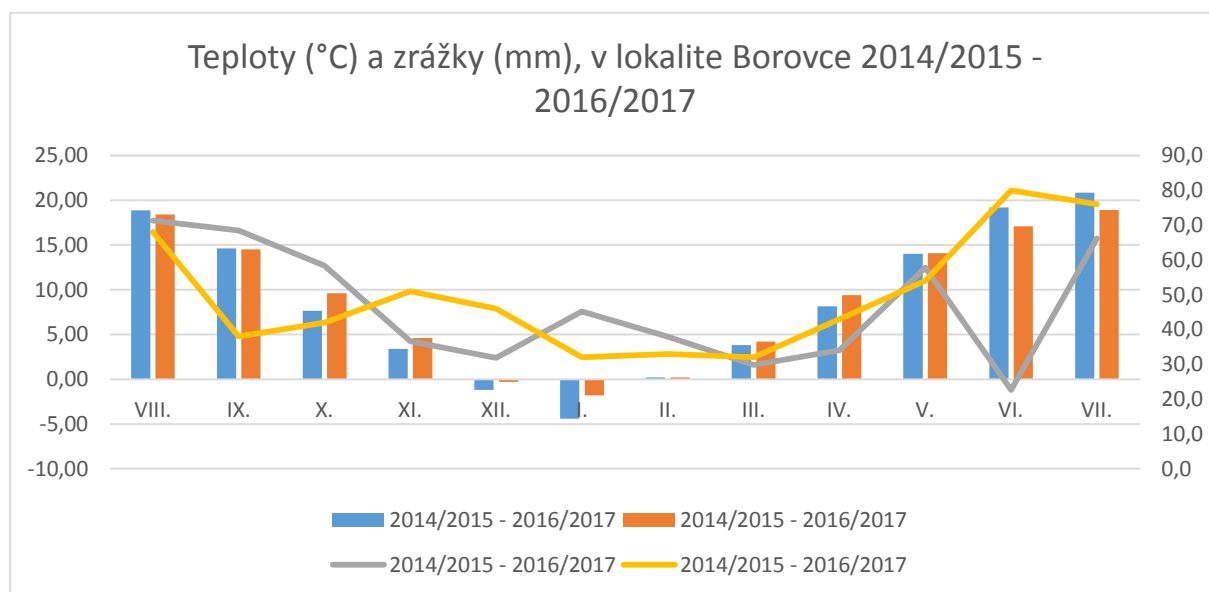
Na meranie zhutnenia (kompakcie) pôdy sme používali prístroj Penetrologger holandskej firmy Eijkelkamp Agrisearch Equipment. Ním sme určili zhutnenie v MPa až do hĺbky 0,80 m. Na hodnotenie dosiahnutých výsledkov sme použili limitné hodnoty penetrometrického odporu zhutnenej poľnohospodárskej pôdy podľa zákona č. 220/2004 Z. z. (Tabuľka 1).

Tabuľka 1: Limitné hodnoty penetrometrického odporu zhutnenej poľnohospodárskej pôdy podľa zákona č. 220/2004 Z. z.:

Pôdna vlastnosť	Pôdny druh (zrnatosť pôdy, textúra)					
	Ílovitá	Ílovito - hlinitá	Hlinitá	Piesočnato - hlinitá	Hlinito – piesočnatá	Piesočnatá
Penetrometrický odpor (MPa)	2,8 – 3,2	3,2 – 3,7	3,7 – 4,2	4,5 – 5,0	5,5	6,0

Hodnotenie meteorologických ukazovateľov sme sústredili na pestovateľské ročníky 2014/2015 – 2016/2017, ktoré sa, tak v zrážkach ako i v teplotách, prejavovali ako kritické pre priebeh

zhutnenia pôdy. Na obrázku 1 je uvedené grafické znázornenie priebehu teplôt vzduchu a zrážok v priemere daných ročníkov.



Obrázok 1. Charakteristika meteorologických pomerov v ročníkoch 2014/2015 – 2016/2017

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Uvedené poveternostné pomery (Obrázok.1) výrazne, podľa očakávania, ovplyvňovali zhutnenie pôdy.

Rok 2014 hodnotíme z meteorologického hľadiska ako teplý a vlhký. Podieľali sa na tom najmä teploty vyššie ako klimatický normál, v letných mesiacoch jún, júl a august. Z pohľadu zrážok boli mimoriadne mesiace máj a júl, keď padlo 110,3 mm, resp. 120,1 mm zrážok. K týmto hodnotám padlo ešte v septembri 2014 až 122,9 mm zrážok. Teploty vyššie ako klimatický normál sme pozorovali najmä v jarých mesiacoch. Samotné zhutnenie pôdy sa pohybovalo od 1,67 MPa pri bezorbovej technológii (NT) po 1,77 MPa pri technológii konvenčnej (KT). Limitné hodnoty penetrometrického odporu zhutnenej poľnohospodárskej pôdy podľa zákona č. 220/2004 Z. z. neboli prekročené, práve naopak, v tomto roku sme nepozorovali prekročenie hodnoty 2 MPa. Šimon – Lhotský (1989) udávajú pre hlinitú pôdu merný odpor 3,8 – 4,2 MPa a pre ílovitú pôdu 3,2 – 3,7 MPa. Podľa Bedrnu (2002) môžeme penetrometrický odpor pôdy do 4 MPa hodnotiť ako nízku mieru pedokompakcie, 4 – 5 MPa strednú mieru a nad 5 MPa vysokú mieru pedokompakcie.

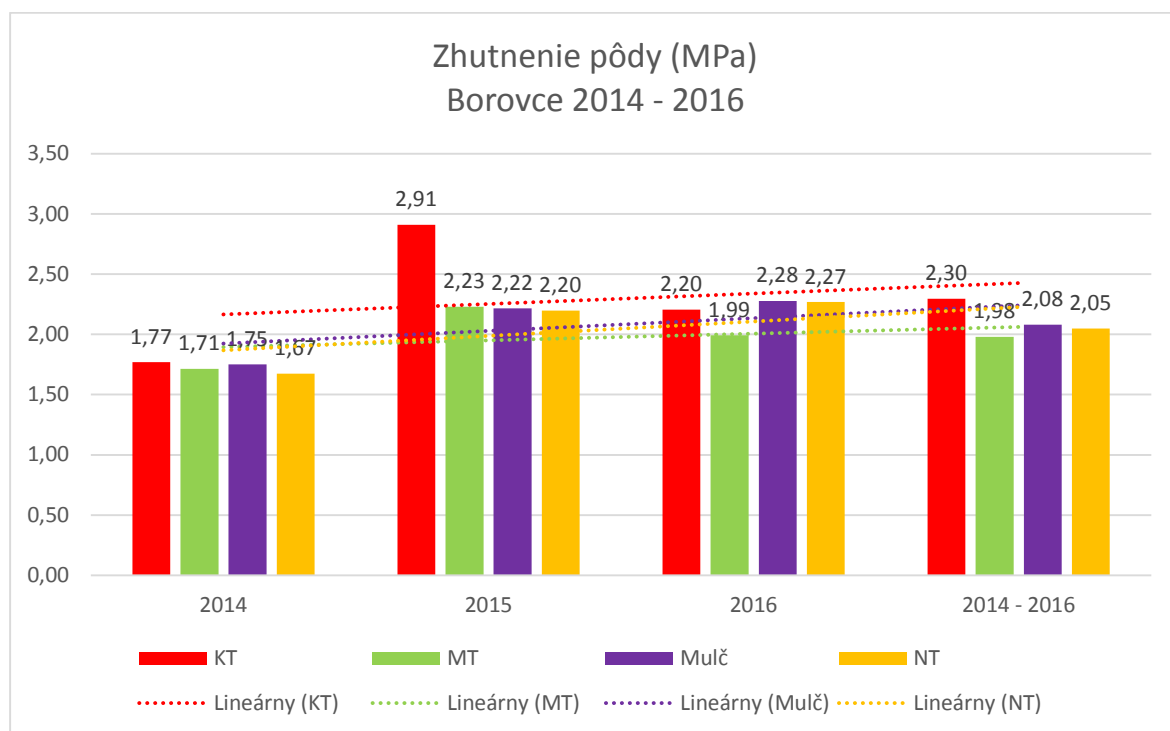
Iná situácia nastala v roku 2015, tento rok bol mimoriadne teplý a veľmi suchý. Horúce letné mesiace roku 2015, keď klimatický normál bol prekročený i o viac ako 3 °C a výrazný deficit zrážok až 50 mm mali vplyv i na zhutnenie pôdy, keď najvyššie hodnoty sme zistili v konvenčnej technológii (KT) (2,91 MPa). Naproti tomu technológie minimalizačného a pôdoochranného obrábania pôdy vedeli dobre hospodáriť s vlhkosťou v týchto problematických pôdnoklimatických pomeroch a hodnoty zhutnenia sa pohybovali od 2,20 MPa v bezorbovej technológii (NT) po 2,23 MPa v technológii minimalizačnej (MT). V tomto roku malo obrábanie štatisticky vysokopreukazný podiel na úrovni zhutnenia.

Rok 2016 bol znovu iný ako roky predchádzajúce, keď kolísali teploty, no najmä zrážky, čoho dôkazom je mesiac jún, keď padlo iba 23 mm, pričom normál je 80 mm, ale hneď v júli padol takmer dvojnásobok zrážok v porovnaní k normálu (145,2 mm, normál 76 mm). Tieto hodnoty sa podieľali na zhutnení, keď najnižšie hodnoty sme pozorovali pri minimalizačnom obrábaní (MT) (1,99 MPa). Najvyššie zhutnenie, i keď nie limitujúce z pohľadu zákona č. 220/2004 Z. z., bolo pri nastielacej technológii (2,28 MPa).

V priemere rokov 2014 – 2016 sme najvyššie zhutnenie pôdy (2,30 MPa) zistili v konvenčnej technológii (KT), pričom najnižšie zhutnenie (1,98 MPa) sme pozorovali v technológii minimalizačnej (MT). Ročník mal štatisticky vysokopreukazný podiel na úrovni zhutnenia.

Trend nárastu zhutnenia pôdy v priebehu rokov 2014 – 2016 možno pozorovať pri všetkých technológiách obrábania pôdy, na najvyššie hodnoty badať pri technológii konvenčnej (Obrázok 2).

Obrábanie pôdy sa podieľalo štatisticky vysokopreukazne na výške zhutnenia. Ako uvádza Lhotský (2000) závislosť medzi veľkosťou odporu pôdy a stupňom zhutnenia je priama, závisí však na okamžitej vlhkosti pôdy, čo je treba zohľadniť. Penetrometria podľa neho sa nehodí pre pôdy kamenité a rašelinové.



Obrázok 2. Hodnoty zhutnenia pôdy v profile 0 – 0,80 m v pokuse s rôznymi technológiami obrábania pôdy v rokoch 2014 – 2016

ZÁVER

V pokuse na Výskumnom pracovisku NPPC – VÚRV v Piešťanoch, lokalita Borovce, sme porovnávali zhutnenie pôdy v troch poveternostne rozdielnych ročníkoch, pri rôznych spôsoboch obrábania pôdy.

- o Výraznejšie rozdiely medzi technológiami minimalizačnými, pôdoochrannými a konvenčnou technológiou sa prejavili v mimoriadne teplom a veľmi suchom roku 2015.
- o Zhutnenie pôdy bolo nižšie v pôdoochranných a minimalizačných technológiách.
- o Ak je jar z pohľadu vlhky vyrovnanejšia, zhutnenie nie je také výrazné.
- o Minimalizačná a pôdoochranné technológie sú v klimaticky horších ročníkoch vhodnejšie z pohľadu zhutnenia pôdy.
- o Z pohľadu zhutnenia pôdy z časové obdobie rokov 2014 – 2016 možno sledovať tendenciu naznačujúcu prednosť redukovaných technológií, predovšetkým v rokoch kedy sa kombinujú vysoké teploty s výraznejším deficitom zrážok.
- o V súčinnosti s ekonomikou je významným aj prínos redukovaných technológií z hľadiska zlepšenia pôdnych fyzikálnych, chemických vlastností, zvýšenia činnosti pôdneho makro a mikro edafónu, zamedzenia vodnej a veternej erózie, obmedzenia produkcie skleníkových plynov a ďalších vlastností.

Podakovanie:

Spracovanie príspevku bolo podporené finančnými prostriedkami v rámci rezortného projektu výskumu a vývoja MPRV SR „Inovácie pestovateľských systémov v udržateľnej rastlinnej výrobe v meniacich sa podmienkach prostredia“ a Projektu APVV-15-0160 “Eliminovanie degradačných procesov v pôde obnovením biodiverzity (BIOSOIL).

LITERATÚRA

BAJLA, J. 1999: Meranie utlačenia pôdy pomocou penetračnej metódy. In: *Polnohospodárstvo*, 45, č. 3, s. 215 – 230, ISSN 0551 – 3677.

BIELEK, P. 2006: Pôda pre život. Informačná brožúra vydaná pri príležitosti Medzinárodného roka boja proti dezertifikácii a suchu. Výskumný ústav pôdozvedectva a ochrany pôdy, Bratislava.

BEDRNA, Z. 2002: Environmentálne pôdozvedectvo. vyd. Bratislava: VEDA Vydavateľstvo Slovenskej akadémie vied, 352 s. ISBN 80 – 224 – 0660 – 0.

ETANA, A. et al. 1999: Effects of tillage depth on organic carbon content and physical properties in five Swedish soils. In: *Soil Tillage Res.*, vol. 52, N. 3-4, pp. 129-139. ISSN 0167-1987.

HAO, X., CHANG, C., LINDWALL, C. W. 2001: Tillage and crop sequence effects on organic carbon and total nitrogen content in an irrigated Alberta soil. In: *Soil Tillage Res.*, vol. 62, N. 3-4, pp. 167-169. ISSN 0167-1987.

HNÁT, A., MATI, R., BALLA, P. 2003: Špecifiká využívania bezorbového systému v podmienkach ťažkých pôd Východoslovenskej nížiny. In: *Udržateľné poľnohospodárstvo a rozvoj vidieka*. Nitra: SPU, pp. 52-55. ISBN 80-8069-246-7.

KNEŽEVIČ, M., DURKIČ, M., KNEŽEVIČ, I., LONČARIČ, Z. 2003: Effects of pre-and post-emergence weed control on weed population and maize yield in different tillage systems. In: *Plant Soil Environ.*, vol. 49, N. 5, pp. 223-229. ISSN 1214-1178.

KOTOROVÁ, D., HNÁT, A. 2005: Vplyv spracovania fluvizemí na ich fyzikálne vlastností a na úrodu zrna kukurice (Effect of fluvisols tillage on their physical properties and on maize yield) In: *Agriculture (Polnohospodárstvo)*, vol. 51, N. 10, pp. 521-527. ISSN 0551-3677.

KOVÁČ, K., MACÁK, M., ŠVANČÁRKOVÁ, M. 2005: The effect of soil conservation tillage on soil moisture dynamics under single cropping and crop rotation. In: *Plant Soil Environ.*, roč. 51, 2005, N. 3, pp. 124 -130. ISSN 1214-1178.

LHOTSKÝ, J. 2000: Pôdy ohrozené zhutnením a opatrení proti němu. *Farmár*, s. 32 – 33.

LÓPEZ-FANDO, C., ALMENDROS, G. 1995: Interactive effects of tillage and crop rotations on yield and chemical properties of soils in semi-arid central Spain. In: *Soil Tillage Res.*, vol. 36, 1995, N. 1-2, s. 45-57. ISSN 0167-1987.

MATULA S. 2003: The influence of tillage treatments on water infiltration. In: *Plant, Soil Environ.*, vol. 49, N. 7, pp. 298-306. ISSN 1214-1178.

MÍSTINA, T. et al. 1993: Ochranné obrábanie pôdy (Protective tillage of soil). 1. vyd. Piešťany : VÚRV, 167 p. ISBN 80-7137-125-4.

MOLNÁROVÁ, J. a i. 2000: Vplyv obrábania pôdy na výšku úrody zrna jačmeňa ozimného. In: *Aktuálne problémy riešené v agrokomplexe*. Zborník z medzinárodného vedeckého seminára, s. 146 – 148, ISBN 80 – 7137 – 801 – 1.

NOZDROVICKÝ, L. 1999: Perspektívy rozšírenia minimalizačných technológií obrábania pôdy. In: *Naše pole*, roč. III. č. 2, s. 16 – 17.

STIPEŠEVIČ, B., KLADIVKO, E. J. 2005: Effects of winter wheat cover crop dessiccation times on soil moisture, temperature and early maize growth. In: *Plant Soil Environ.*, vol. 51, N. 6, pp. 255 -261. ISSN 1214-1178.

SUŠKEVIČ, M. 1995: Dlouhodobý vliv různého zpracování půdy na výnosy zrna kukurice a ozimé pšenice. In: *Rostl. výr.*, vol. 41, N. 2, pp. 55-58. ISSN 0370-663X.

ŠIMON J., LHOTSKÝ J. a kol. 1989: Zpracování a zúrodnování půd, SZN, Praha, 1989, 317 s.

ŽÁK, Š., KOVÁČ, K., LEHOCKÁ, Z. 2002: Vplyv konvenčného a a bezorbového obrábania pôdy v rôznych systémoch hospodárenia na bilanciu pôdnej organickej hmoty (The influence of conventional and no-till technology on soil organic matter balance in various arable farming systems). In: *Agriculture (Polnohospodárstvo)*, vol. 48, N. 9, pp. 472-481. ISSN 0551-3677.

ŽEMBERY, J. 2016: Zmeny vlhkosti pôdy a úrody zrna kukurice sietej v závislosti od poveternostných podmienok, obrábania pôdy v interakcii s hnojením. In: *Pestovateľské technológie a ich význam pre prax*, Zborník zo 7. medzinárodnej vedeckej konferencie, NPPC-VÚRV, 2016., s. 101 – 106, ISBN 978-80-89417-72-8.

URL: <http://www.zbierka.sk/zz/predpisy/default.aspx?PredpisID=17855&FileName=04-z220&Rocnik=2004>

Adresa autora (autorov): Ing. Rastislav Bušo, PhD. - Ing. Roman Hašana, PhD. – Ing. Ivana Bezáková, PhD., Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav rastlinnej výroby Piešťany, Bratislavská cesta 122, 921 68 Piešťany, Slovenská republika, buso@vurv.sk, hasana@vurv.sk, bezakova@vurv.sk

VPLYV SYSTÉMU OBRÁBANIA PÔDY NA ÚRODU A VYBRANÉ FYZIKÁLNE VLASTNOSTI PÔD

Influence of soil tillage system on crop yield and selected soil physical properties

IVANA BEZÁKOVÁ - RASTISLAV BUŠO - ROMAN HAŠANA

Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav rastlinnej výroby, Piešťany

The aim of the study was to investigate an influence of different soil tillage technologies on selected physical properties of soil and yield of winter wheat and spring barley grain. Field experiment was established in growing seasons 2013 – 2015 in Research Station Borovce (NAFC – RIPP Piešťany), Slovakia. Experiment was conducted in four different soil tillage technologies: conventional, minimization, mulch and no-till technology. The highest soil bulk density in the depth 0. 20 – 0.30 m was in minimization technology (1.54 t.m^{-3}). The highest porosity during the experimental period was observed in depth of 0 – 0. 10 m in no-till technology (51.69 %). The highest grain yield of winter wheat and spring barley has reached in minimization technologies during growing season 2013 – 2015.

Key words: soil tillage technologies, physical properties of soil, yield of grain.

ÚVOD

V súčasnosti sa vplyvom intenzívneho poľnohospodárstva nielen na Slovensku, ale aj v ostatných krajinách preukazuje negatívny vplyv konvenčnej mechanizácie na poľnohospodársku produkciu. Tento negatívny trend významne ovplyvňuje fyzické, chemické a biologické pôdne vlastnosti. Mnohé poľnohospodárske úkony nerešpektujú základné agronomické požiadavky, čím prispievajú k neudržateľnosti a degradácii prírodných zdrojov. Tento jav je možné aspoň čiastočne eliminovať minimalizačným a pôdoochranným obrábaním pôdy, ktoré majú pozitívny dopad nielen na pôdnu úrodnosť, ale aj na odolnosť rastlín voči škodlivým činiteľom a zníženie obsahu rezíduí v poľnohospodárskych produktoch a tým pádom aj na ľudské zdravie.

MATERIÁL A METÓDA

Cieľom práce bolo porovnať vzťah medzi fyzickými vlastnosťami pôdy (objemová hmotnosť, a pórovitosť) a úrodou vybraných poľných plodín (pšenica ozimná a jačmeň jarný) vplyvom rozličného systému obrábania plodín (konvenčná, minimalizačná, mulčovací a bezorbová technológia). Poľný experiment bol založený na pokusnej stanici v Borovciach (NPPC-VÚRV Piešťany) v rokoch 2013 – 2015. Lokalita patrí do kontinentálneho klimatického pásma s ročným priemerným úhrnom zrážok 593 mm (358 mm počas vegetácie). Priemerná ročná teplota v lokalite predstavuje $9,2^\circ \text{C}$ ($15,5^\circ \text{C}$ počas vegetácie). Oblasť je zaradená do kukurično-jačmenného výrobného typu. Pôda na pokusnom stanovišti je hlinitá černoziem hnedozemná, na spraši s hĺbkou humusového horizontu 400 – 500 mm, so strednou zásobou P a K, s neutrálnou až slabo kyslou pôdnou reakciou. Z hľadiska fyzikálnych vlastností je ornica a podorničné horizonty mierne zhutnené. Obsah humusu v orničnom profile je stredný (2,43%), v podorničných horizontoch je nízky (0,87 – 1,84%). Hnojenie a ochrana bolo vykonané v súlade s požiadavkami plodiny. Do osevného postupu boli zaradené - pšenica letná f. ozimná – kukurica siata na zrno – jačmeň siaty jarný – sója fazuľová. Takýto osevný postup čiastočne odráža súčasný podiel pestovateľských plôch obilnín na Slovensku (viac ako 50%), zastúpenie jednej bôbovitej plodiny a jednej obilniny, ktorá je ošetrovaná ako okopanina – kukurice siatej na zrno. Pokusná plocha experimentu bola 35 x 9 m, v troch opakovaniach. Výsledky boli spracované analýzou rozptylu v štatistickom programe Statgraphics a MS Office.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Pri hodnotení pokusu boli namerané vyššie hodnoty objemovej hmotnosti a nižšie hodnoty pórovitosti pôdy v konvenčnom systéme spracovania pôdy v porovnaní s bezorbovou technológiou, čo potvrdzuje Sidiras et al. (2001). Blanco-Canquil, Lal (2007) dospeli k záveru, podľa ktorého má

dlhodobé bezorbové obrábanie pôdy v porovnaní s orbou malý dopad na zhutňovanie pôdy a jej štruktúru. Pikul et al. (2006) poukazuje na rôzne tendencie v zmene objemovej hmotnosti vrchnej vrstvy pôdy pri porovnávaní konvenčného a bezorbového obrábania pôdy.

Priemerná objemová hmotnosť pôdy (tabuľka 1) sa pohybovala od 1,32 t.m⁻³ v hĺbke 0,0 – 0,1 m v minimalizačnej technológii po 1,54 t.m⁻³ tiež v minimalizačnej technológii. Avšak najvyššiu priemernú objemovú hmotnosť v profile 0,0 – 0,3 m sme pozorovali v konvenčnej technológii (1,49 t.m⁻³), najnižšiu 1,43 t.m⁻³ v minimalizačnej technológii.

Tabuľka 1. Priemerná objemová hmotnosť pôdy (t.m⁻³), Borovce NOMIT 2013 - 2015

	Hĺbka (m)			
	0,0 - 0,10	0,10 - 0,20	0,20 - 0,30	Priemer
Konvenčná	1,46	1,49	1,51	1,49
Minimalizačná	1,32	1,42	1,54	1,43
Nastielacia	1,36	1,48	1,52	1,45
Bezorbová	1,35	1,50	1,53	1,46

Najväčšiu pórovitosť (tabuľka 2) sme v priemere rokov 2013 – 2015 pozorovali v hĺbke 0 – 0,10 m pri bezorbovej technológii (51,69 %). Bola to najvyššia hodnota bez ohľadu na technológiu i hĺbku odberu. Taktiež v hĺbke 0,10 – 0,20 m bola najvyššia pórovitosť pri bezorbovej technológii (48,13 %). V hĺbke 0,20 – 0,30 m sme ale najväčšiu pórovitosť pozorovali pri technológii konvenčnej (43,94 %) a najnižšiu 41,49 % pri bezorbovej. V priemere, bez ohľadu na hĺbku odberu, bola najvyššia pórovitosť pri bezorbovej technológii (47,10 %). Kritickou hodnotou pórovitosti pre hlinité pôdy je $P < 45 \%$ a pre ílovito-hlinité je $P < 47 \%$ (Fulajtár, 2006). Nárast objemovej hmotnosti pôdy a pokles celkovej pórovitosti s hĺbkou pri orbe aj pri priamej sejbe do pôdy uvádzajú tiež Neudert (2007), Badalíková – Hrubý (2004). V našich pokusoch sa tento vzťah medzi objemovou hmotnosťou a pórovitosťou potvrdil.

Tabuľka 2. Priemerná pórovitosť pôdy (%), Borovce NOMIT 2013 - 2015

Technológia	Hĺbka (m)			
	0,0 - 0,10	0,10 - 0,20	0,20 - 0,30	Priemer
Konvenčná	45,93	44,54	43,94	44,81
Minimalizačná	50,61	47,66	42,59	46,95
Nastielacia	49,29	44,55	42,86	45,57
Bezorbová	51,69	48,13	41,49	47,10

Pri rôznych spôsoboch obrábania pôdy boli v rokoch 2013 – 2015 riešené aj otázky s reakciou vybraných poľných plodín na ich použitie s dôrazom na úrodu.

V pestovateľských ročníkoch 2012/2013 - 2014/2015 sme pri pšenici letnej f. ozimnej dosiahli najvyššiu úrodu zrna pri minimalizačnej technológii (6,62 t.ha⁻¹), čím bola prekonaná plánovaná úroda o 0,62 t.ha⁻¹ (tabuľka 3). Pri jačmeni siatom jarnom bola najvyššia úroda taktiež na minimalizačnej technológii (4,87 t.ha⁻¹), avšak nebola prekonaná plánovaná úroda 5 t.ha⁻¹. Z výsledkov autorov Kotorová – Balla (2004) vyplýva, že úroda zrna pšenice letnej formy ozimnej bola štatisticky významne ovplyvňovaná pokusným rokom, agrotechnikou a zrážkami v máji. Nižšie úrody pšenice pri pestovaní bezorbovou technológiou uvádzajú Miština – Javor (2000), Kováč et al. (2010). Hůla, Procházková et al. (2008) naopak uvádzajú pri pšenici vyššie úrody pri pestovaní bez orby ako s orbou.

Tabuľka 3. Úrody Borovce 2012/2013 - 2014/2015

Technológia	Pšenica letná f. ozimná	Jačmeň siaty jarný
Konvenčná	6,55	4,42
Minimalizačná	6,62	4,87
Nastielacia	5,88	3,35
Bezorbová	6,22	4,37
Priemer	6,32	4,25

Pšenica Hdd_{0,05} obráb. = 0,3171 ++; Pšenica Hdd_{0,01} obráb. = 0,40209 ++;Jačmeň Hdd_{0,05} obráb. = 0,41284 ++; Jačmeň Hdd_{0,01} obráb. = 0,64495 ++;

ZÁVER

Priemerná objemová hmotnosť pôdy sa pohybovala v rokoch 2013 – 2015 od 1,32 t.m⁻³ v hĺbke 0,0 – 0,1 m v minimalizačnej technológii po 1,54 t.m⁻³ tiež v minimalizačnej technológii. Avšak najvyššiu priemernú objemovú hmotnosť v profile 0,0 – 0,3 m sme pozorovali v konvenčnej technológii (1,49 t.m⁻³), najnižšiu 1,43 t.m⁻³ v minimalizačnej technológii. Najväčšiu pórovitosť sme v priemere rokov 2013 – 2015, bez ohľadu na hĺbku odberu, pozorovali pri bezorbovej technológii (47,10 %). V rokoch 2013 - 2015 pšenica letná forma ozimná i jačmeň siaty jarný dosiahli najvyššiu úrodu zrna v minimalizačnej technológii. Úroda je len jedným z hodnotených ukazovateľov a aj pri tej pozorujeme náznak približovania sa úrod pri redukovaných a pôdoochranných technológiách k úrodám dosahovaným pri pestovaní plodín konvenčnou technológiou. Obrábaním pôdy dochádza k významnému ovplyvňovaniu najmä jej fyzikálnych vlastností. Pôda sa má upraviť do stavu, aby pestovaným plodinám poskytovala dobré podmienky pre rast a vývoj, súčasne sa požaduje minimalizácia negatívnych dopadov na stanovište a okolie. Rôzne systémy hospodárenia a technológie obrábania majú odlišný vplyv na vlastnosti pôdy. Minimalizačné a pôdoochranné technológie priaznivo vplyvajú na štruktúrny stav pôdy, lepšie hospodárenie s pôdnou vlhkosťou (zníženie strát vody pri nižšej intenzite spracovania pôdy, zvýšenie vododržnosti pôdy, obmedzenie neproduktívneho výparu vody z pôdy mulčom), redukcia vodnej a veternej erózie, obmedzenie vyplavovania pohyblivých foriem dusíka a i. Rozhodujúcou úlohou poľnohospodárskej výroby v novom tisícročí bude optimalizácia produkcie hlavných potravinových komodít racionálne intenzívnymi technologickými postupmi pri zachovaní a obnove prírodných zdrojov v ekologicky vyváženom prostredí.

PodĎakovanie: Spracovanie príspevku bolo podporené finančnými prostriedkami v rámci rezortného projektu výskumu a vývoja na roky 2013 – 2015 riešeného na základe objednávky Ministerstva pôdohospodárstva a rozvoja vidieka (MPRV) SR „Inovácie pestovateľských systémov v udržateľnej rastlinnej výrobe v meniacich sa podmienkach prostredia“.

LITERATÚRA

- BADALÍKOVÁ, B., HRUBÝ, J. 2004: Různé zakládání porostu pšenice ozimé a jeho vliv na fyzikální vlastnosti půdy. In: Nové poznatky v pěstování, šlechtění a ochraně rostlin, Sborník referátů z konference s mezinárodní účastí konané v Brně, Vydání první, vydal: VÚP spol. s r. o., Troubsko, 2004, ISBN 80-902436-9-X, s. 261-264.
- BLANCO-CANQUIL, H., LAL, R. 2007: Regional assessment of soil compaction and structural properties under no-tillage farming. In: *Soil Sci Soc Am J*, Vol. 71, 2007, pp. 1770-1778.
- FULAJTÁR, E. 2006: Fyzikálne vlastnosti pôd. VUPOP. Bratislava. 2006. 142 s. ISBN 80-89128-20-3.
- HŮLA, J., PROCHÁZKOVÁ, B. a kol. 2008: Minimalizace zpracování půdy. Profipress, Praha 2008, ISBN 978 – 80 – 86726 – 28 – 1, 248 s.
- KOTOROVÁ, D., BALLA, P. (2004): Obrábanie pôdy vo vzťahu k úrodám pšenice ozimnej. Databáza online [cit. 2017-10-04]. Dostupné z: http://fzki.uniag.sk/web/bpd2004/content/02Sekcia_agroklimatologie/Kotorova.pdf
- KOVÁČ, K., NOZDROVICKÝ, L., MACÁK, M. a kol. 2010: Minimalizačné a pôdoochranné technológie, Nitra : Agroinštitút, š. p., 2010, 142 s., ISBN 978-80-7139-139-5.

MIŠTINA, T., JAVOR, Ľ. 2000: Výskum obrábania pôdy vo Výskumnom ústave rastlinnej výroby Piešťany. In: *Súčasnosť a perspektívne smery v obrábaní pôdy*, Zborník vedeckých prác z vedeckej konferencie s medzinárodnou účasťou, Nitra : SPU, 2000, ISBN 80-7137-764-3, s. 65 – 68.

NEUDERT, L. 2007: Hodnocení vlivu různého zpracování půdy ke kukuřici na zrno na základní fyzikální vlastnosti půdy. Aktuální poznatky v pěstování, šlechtění, ochraně rostlin a zpracování produktů. Zborník z konf. Brno 8.-9.11.2007 : CD-ROM, Troubsko: VUP, 2007, s. 347-350.

PIKUL, J.L., SCHWARTZ, R.C., BENJAMIN, J.G., BAUMHARDT, R.L., MERRILL, S. 2006: Cropping system influences on soil physical properties in the Great Plains. In: *Renew. Agric. FD Syst.*, Vol. 21, 2006, No. 1, pp. 15-25

SIDIRAS, N., BILALIS, D., VAVOULIDOU, E. 2001: Effects of tillage and fertilization on some selected physical properties of soil (0-30 cm depth) and on the root growth dynamic of winter barley (*Hordeum vulgare* cv. Niki). In: *J. Agron. Crop Sci.*, Vol. 187, 2001, No. 3, pp. 167-176.

Ing. Ivana Bezáková, PhD., Ing. Rastislav Bušo, PhD., Ing. Roman Hašana, PhD., Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav rastlinnej výroby Piešťany, Bratislavská cesta 122, 921 68 Piešťany, Slovenská republika, bezakova@vurv.sk

PEKÁRSKE VLASTNOSTI VYBRANÝCH PŠENIČNÝCH MÚK**Baking properties of selected wheat flours**

MICHAELA LAUKOVÁ¹ – JOLANA KAROVIČOVÁ¹ – ZLATICA KOHAJDOVÁ¹ –
LUCIA MINAROVICHOVÁ¹ – MÁRIA BABULICOVÁ² – SOŇA GAVURNÍKOVÁ²

¹*Oddelenie potravinárskej technológie, Fakulta chemickej a potravinárskej technológie, Slovenská technická univerzita v Bratislave,* ²*Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav rastlinnej výroby Piešťany*

The aim of this study was to evaluate the rheological properties of wheat dough and qualitative parameters of baked rolls among flour samples of different wheat variety. Rheological parameters were determined using Farinograph Brabender. From the results concluded that wheat variety M2 showed higher values of water absorption (63.85%), dough stability (3.37 min) and dough development time (3.03 min). Semi-spelt rolls were characterised by higher baking loss (11.20%) and lower volume (233.75 cm³), specific volume (262.45 cm³/100 g) and cambering value (0.40). From sensory evaluation resulted that baked rolls from flour M2 were characterised by high values of all descriptors. From the sensory evaluation resulted that baked rolls from flour M1 were characterized by lower adhesiveness, taste and flavour values. Moreover, baked products from flour M2 were the most acceptable for assessors.

Key words: *wheat, farinograph, qualitative parameters, bakery*

ÚVOD

Z celosvetového hľadiska k najvýznamnejším obilninám z pohľadu produkcie a využitia patria okrem pšenice letnej formy ozimnej (*Triticum aestivum*, L.) aj pšenica špalda (*Triticum spelta*, L.) a pšenica tvrdá (*Triticum durum*, Desf.) V súčasnosti pestované odrody pšenice letnej prešli dlhým šľachtiteľským procesom zameraným hlavne na zvyšovanie kvantity a kvality produkcie (Chňapek et al., 2011). Kvalita pšeničnej múky závisí od viacerých parametrov ako aj od obsahu bielkovín, kvality škrobu a enzymatickej aktivity múky. Tieto parametre, ktoré väčšinou súvisia s odrodou pšenice, pestovateľskými a poveternostnými podmienkami počas roka a technologického postupu mletia sú dôležité pre určenie pekárskoho využitia múky v pekárskom priemysle a kvalitu finálnych výrobkov (Hrušková a Machová, 2002).

Počas šľachtenia pšenice došlo aj ku kríženiu pšenice satej (*Triticum aestivum* L.) a pšenice špaldy (*Triticum spelta* L.). Po vzájomnom krížení síce u krížencov dochádza k zlepšeniu produkčných vlastností (skrátene stebľa a zlepšenie indexu úrody), ale na druhej strane sa znižuje nutričná hodnota a vytráca sa charakter pšenice špaldy (Konvalina et al., 2012). Pšenica Lubica je prvým slovenským krížencom pšenice letnej formy ozimnej a pšenice špaldovej. Táto odroda si zachováva kvalitu špaldovej pšenice a zároveň dosahuje vysoké úrody zrna, ktoré netreba odplevovať (Lauková et al., 2017).

Cieľom tejto práce bolo sledovať reologické vlastnosti cesta a kvalitatívne parametre pečiva pripraveného z múk z rôznych odrôd pšenice.

MATERIÁL A METÓDY

Vzorky múk z rôznych odrôd pšenice letnej f. ozimnej (M1 a M2 - múka z pšenice s purpurovým zrnom) a pološpaldy PS Lubica (P) boli získané z Výskumno-šľachtiteľskej stanice Víglaš Pstruša a Výskumného ústavu rastlinnej výroby v Piešťanoch. Ostatné suroviny (cukor, soľ, droždie a rastlinný olej) boli zakúpené v lokálnej maloobchodnej sieti.

Stanovenie reologických parametrov cesta

Reologické parametre cesta (farinografická väznosť, stabilita cesta, čas vývinu cesta, index mechanickej odolnosti a stupeň zmäknutia cesta) boli stanovené pomocou farinografu Brabender (Duisburg, Nemecko) podľa normy ISO 5530-1:2013.

Pekársky pokus

Na prípravu pečiva bola použitá receptúra podľa Kohajdovej a kol., (2013). Receptúra: 300,00 g múky, 12,06 g droždia, 7,5 g rastlinného oleja, 5,63 g soli, 3,22 g kryštálového cukru a voda podľa zistenej väznosti na 400 BJ (Brabenderové jednotky). Navážené sypké suroviny sa premiešajú v miesiči farinografu, pridá sa droždie, olej a voda podľa väznosti. Vymiesené cesto sa nechá vykysnúť v termostate pri 27 °C počas 20 min. Vykysnuté cesto sa rozdelí na 100 g časti a vygúľa sa vo vygúľovači (Extenzograf Brabender, Duisburg, Nemecko) počas 20 otáčok. Vygúľané cesto sa nechá kysnúť pri 27 °C počas 45 min. Po vykysnutí sa pečivo pieklo pri 230 °C počas 10-15 min. Dve hodiny po pečení sa stanovili kvalitatívne parametre pečiva: objem, špecifický objem, straty pečením a klenutosť (pomer výšky a šírky) (Kohajdová et al., 2013).

Senzorické hodnotenie

Na senzorické hodnotenie pripraveného pečiva bola použitá 9-bodová hedonická stupnica. Na hodnotenie celkovej prijateľnosti pečiva bola použitá neštruktúrovaná úsečka s označením koncových bodov (0 % neprijateľné, 100 % najviac prijateľné) (Lauková et al., 2017).

Štatistické vyhodnotenie

Výsledky všetkých analýz sú vyjadrené ako priemer z troch meraní $\pm$ smerodajná odchýlka. Štatistické vyhodnotenie bolo vykonané v programe MS Excel, prostredníctvom jednofaktorovej analýzy rozptylu.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Jedným z najbežnejšie používaných techník na stanovenie kvality múky, jej zaradenie na výrobu určitých výrobkov ako aj na stanovenie kvality konečných výrobkov je stanovenie reologických vlastností (Dapčević et al., 2009). Farinografické parametre analyzovaných múk sú uvedené v tabuľke 1. Farinografická väznosť je množstvo vody, ktoré je potrebné pridať do skúmanej vzorky pri štandardnej vlhkosti 14 %, aby sa dosiahla maximálna konzistencia cesta 500 BJ (Kohajdová et al., 2013). Zistilo sa, že najvyššiu farinografickú väznosť 63,85 % má múka M2. Naopak najnižšia väznosť (60,53 %) bola zaznamenaná pri vzorke múky z pološpaldy. Čas vývinu cesta predstavuje čas od pridania vody do múky až po vývin cesta, kedy dosiahne maximálnu konzistenciu (Shenoy and Prakash, 2002).

Tabuľka 1. Farinografické parametre cesta

	Farinografická väznosť [%]	Čas vývinu cesta [min]	Stabilita cesta [min]	Stupeň zmäknutia cesta [BJ]	Index mechanickej odolnosti [BJ]
P	60,53 $\pm$ 0,59	2,80 $\pm$ 0,10	2,08 $\pm$ 0,08	140,33 $\pm$ 2,52	110,33 $\pm$ 1,53
M1	62,50 $\pm$ 0,78	2,00 $\pm$ 0,09	2,13 $\pm$ 0,15	165,00 $\pm$ 5,00	127,33 $\pm$ 2,52
M2	63,85 $\pm$ 0,88	3,03 $\pm$ 0,15	3,37 $\pm$ 0,13	109,67 $\pm$ 2,52	72,00 $\pm$ 2,00

BJ – Brabenderove jednotky M1, M2 – odrody pšenice letnej f. ozimnej, P – odroda pološpaldy

Zistilo sa, že najkratší čas vývinu cesta (2,00 min) mala vzorka múky M1 a najdlhšie sa vyvíjalo cesto z múky M2 (3,03 min). Stabilita cesta predstavuje časový interval od okamihu, keď horný okraj vzostupnej krivky pretína čiaru 500 BJ a keď (horný okraj krivky) túto čiaru opúšťa. Stabilita cesta vyjadruje odolnosť voči mechanickej namáhaniu, príp. v menšej miere i voči enzýmovým vplyvom (Kohajdová et al., 2013). Stabilita cesta bola v rozmedzí 2,08 až 3,37 min, pričom najkratšia stabilita bola zaznamenaná pri múke z pološpaldy a najdlhšia pri vzorke múky M2. Pri vyhodnotení stupňa zmäknutia a indexu mechanickej odolnosti boli najnižšie hodnoty zaznamenané pri vzorke múky M2 (109,67 a 72 BJ) a najvyššie hodnoty týchto parametrov boli zistené pri múke M1 (165,00 a 127,33 BJ). Vyšší stupeň zmäknutia je čiastočne dôležitým indikátorom proteolytickej degradácie lepku (Hadnadev et al., 2011).

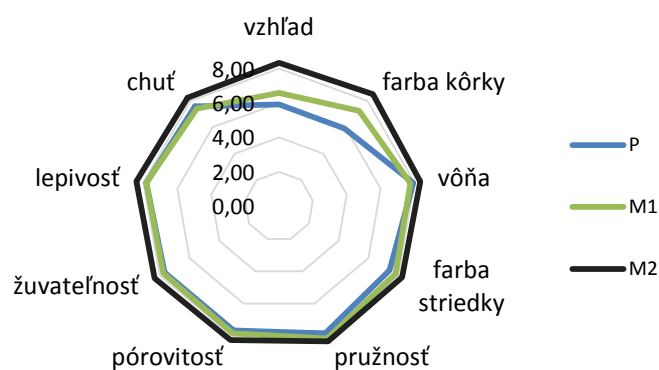
V tabuľke 2 sú uvedené kvalitatívne parametre pripraveného pečiva. Stanovenie strát pečením vo výrobku je veľmi dôležité, pretože konečný pekársky produkt musí mať definovanú hmotnosť (Lauková et al., 2017). Zistilo sa, že pečivo pripravené z pološpaldovej múky malo najvyššie straty pečením (11,20 %). Keď sú straty vlhkosti príliš vysoké, výsledný produkt má malú hmotnosť a môže sa vytvoriť suchá kôrka. Strata vlhkosti počas pečenia negatívne pôsobí na čerstvosť produktu a ten môže skôr starnúť (Kotoki a Deka, 2010). V porovnaní s pečivom z pšeničnej múky boli pri pečive pripraveného z pološpaldovej múky zaznamenané nižšie hodnoty objemu ($233,75 \text{ cm}^3$) a špecifického objemu ($262,45 \text{ cm}^3/100 \text{ g}$). Tiež sa zistilo, že pološpaldové pečivo malo najnižšiu hodnotu klenutosti (pomer výšky a šírky), zatiaľ čo najvyššiu klenutosť dosiahlo pečivo pripravené z múky M2.

Tabuľka 2. Kvalitatívne parametre pripraveného pečiva

	Straty pečením [%]	Objem [cm^3]	Merný objem [$\text{cm}^3/100 \text{ g}$]	Klenutosť	Celková prijateľnosť [%]
P	11,20±0,29	233,75±4,79	262,45±4,62	0,40±0,02	74,00±3,64
M1	10,06±0,50	280,00±7,07	310,58±7,91	0,43±0,02	81,67±4,07
M2	9,30±0,45	295,00±5,77	324,33±6,76	0,51±0,01	87,33±4,11

M1, M2 – odrody pšenice letnej f. ozimnej, P – odroda pološpaldy

Pri senzorickom hodnotení boli sledované nasledovné parametre: vzhľad, farba kôrky, vôňa, farba striedky, pružnosť striedky, pórovitosť striedky, žuvateľnosť a lepivosť k podnebiu, chuť a celková prijateľnosť výrobku. Senzorické hodnotenie pečiva je znázornené na obrázku 1. Zistilo sa, že pečivo pripravené z pološpaldovej pšenice dosiahlo nižšie bodové hodnotenie pri hodnotení vzhľadu a farby kôrky. Ďalej sa zistilo, že najmenej prijateľnú chuť a vôňu malo pečivo z múky M1. Pečivo z pološpaldy malo tmavšiu farbu kôrky a výraznejšiu vôňu v porovnaní s pečivom z múky M1. Najvyššie hodnotenie jednotlivých parametrov dosiahlo pečivo pripravené z múky M2. Pri hodnotení celkovej prijateľnosti pečiva (Tabuľka 2) bolo pre hodnotiteľov najprijateľnejšie pečivo z múky M2 (87,33 %).



Obrázok 1. Senzorické hodnotenie pečiva

M1, M2 – odrody pšenice letnej f. ozimnej, P – odroda pološpaldy

ZÁVER

V práci sa sledovali reologické parametre pšeničného cesta a kvalitatívne parametre pripraveného pečiva. Súčasťou práce bolo aj senzorické hodnotenie. Pri hodnotení reologických parametrov cesta sa zistilo, že múka z odrody M2 mala najvyššiu farinografickú väznosť a tiež najdlhší vývin cesta a stabilitu cesta. Bolo zistené, že pečivo pripravené z múky M2 malo o 20 % väčší objem v porovnaní s pološpaldovým pečivom. Senzorické hodnotenie ukázalo, že pološpaldové pečivo malo výraznejšiu chuť a vôňu ako pečivo z múky M1 a taktiež malo tmavšiu farbu kôrky a striedky. Pre hodnotiteľov bolo najprijateľnejšie pečivo z múky M2.

PodĎakovanie

Príspevok bol realizovaný s podporou grantu VEGA č. 1/0487/16, Výskumno-šľachtiteľskej stanice Víglaš Pstruša a VÚRV Piešťany.

LITERATÚRA

- DAPČEVIČ, T., HADNAĐEV, M., POJIĆ, M. 2009: Evaluation of the possibility to replace conventional rheological wheat flour quality control instruments with the new measurement tool–mixolab. In *Agriculturae Conspectus Scientificus*, vol. 74, no. 3, p. 169-174.
- HADNAĐEV, T. D., TORBICA, A., HADNAĐEV, M. 2011: Rheological properties of wheat flour substitutes/alternative crops assessed by Mixolab. In *Procedia Food Science*, vol. 1, p. 328-334.
- HRUŠKOVÁ M., MACHOVÁ D. 2002: Changes of wheat flour properties during short term storage. In *Czech Journal of Food Science*, vol. 20, no. 4, p. 125–130.
- CHŇAPEK, M., GÁLOVÁ, Z., TOMKA, M., KEČKEŠOVÁ, M. 2011: Evaluation of storage proteins of triticae genotypes. In *Potravinárstvo*, vol. 5, p.18-22.
- ISO 5530-1:2013. Wheat flour – Physical characteristic of doughs – Part 1: Determination of water absorption and rheological properties using a farinograph.
- KOHAJDOVÁ, Z., KAROVIČOVÁ, J., JURASOVÁ, M., MAGALA, M. 2013: Cereálie, cukor, cukrovinky I., Návod na laboratórne cvičenia, 1. vydanie, SCHK FCHPT STU Bratislava, 107 s., ISBN: 978-80-89597-10-9.
- KONVALINA, P., CAPOUCHOVÁ, I., STEHNO, Z., KÁŠ, M., JANOVSÁ, D., ŠKEŘÍKOVÁ, A., MOUDRÝ, J. 2012: Pěstování a využití pšenice špaldy v ekologickém zemědělství (metodika pro praxi). 1. vyd. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby, 40 s. ISBN 978-80-7427-118-2.
- KOTOKI, D., DEKA, S. C. 2010: Baking loss of bread with special emphasis on increasing water holding capacity. In *Journal of Food Science and Technology*, vol. 47, no. 1, p. 128-131.
- LAUKOVÁ, M., KAROVIČOVÁ, J., KOHAJDOVÁ, Z., BABULICOVÁ, M. 2017: Využitie otrúb z rôznych odrôd pšenice pri výrobe pekárskech výrobkov. In *Chemické listy*, vol. 111, no. 8, p. 531-535.
- SHENOY, A., PRAKASH, J. 2002: Wheat bran (*Triticum aestivum*): composition, functionality and incorporation in unleavened bread. In *Journal of Food Quality*, vol. 25, no. 3, p. 197-211.

Adresa autora: Ing. Michaela Lauková, Oddelenie potravinárskej technológie, Ústav potravinárstva a výživy, Fakulta chemickej a potravinárskej technológie STU, Radlinského 9, 812 37 Bratislava,
E-mail: michaela.laukova@stuba.sk

KVALITA CESTOVÍN VYBRANÝCH ODRÔD PŠENICE DVOJZRNOVEJ (*TRITICUM DICOCCON* Schrank)

Pasta-making Quality of Selected Emmer Wheat (*Triticum dicoccon* Schrank) Cultivars

VERONIKA ČURNÁ¹ – MAGDALÉNA LACKO-BARTOŠOVÁ¹

¹Katedra udržateľného poľnohospodárstva a herbológie, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

In this study, the quality indicators of white flour pasta and wholegrain pasta of four organic emmer wheat cultivars (Agnone, Farvento, Guardiaregia, Molise sel Colli) was evaluated for optimal cooking time, water absorption, cooking loss and swelling. A field stationary experiment was carried out at the Research Experimental Station of the Faculty of Agrobiology and Food Resources, Slovak University of Agriculture in Nitra, at Dolná Malanta during 2010-2011 and 2012-2013 growing seasons. The longest cooking time was determined in white flour and wholegrain pasta from Farvento variety. From 1.75 to 3.25 min was needed for cooking all varieties from both types of flour. The water absorption of flour pasta ranged between 122.98% (Agnone) and 142.43% (Guardiaregia). Lower weight increase was observed in wholegrain pasta than in white flour pasta. The average cooking loss was about 11%. Wholegrain pasta had statistically higher cooking loss due to presence of the bran in wholegrain. Significantly higher swelling had white flour pasta (283%) than wholegrain pasta (264%). The cooking quality of emmer wheat pasta was fair, and more than acceptable. Emmer white flour and wholegrain flour can fully or partially substitute wheat flour in most products, such as pasta, breakfast cereals and pancakes.

Key words: *Triticum dicoccon* Schrank, pasta-making quality, white flour pasta, wholegrain pasta

ÚVOD

Pšenica dvojzrnová (*Triticum dicoccon* Schrank) je plevnatým druhom pšenice s veľmi starou tradíciou v pestovaní a využívaní vo výžive ľudu. Záujem človeka o tento druh potvrdzujú aj zistenia, že bola najvýznamnejšou plodinou takmer 7000 rokov (Feldman 2001, Stehno et al. 2008). V dnešnej dobe je jej pestovanie rozšírené hlavne v horských a podhorských oblastiach Talianska, Španielska, Balkánu, Turecka, Iránu, Etiópie. Postupné smerovanie poľnohospodárstva k udržateľnosti otvárajúce priestor pre alternatívne spôsoby hospodárenia na pôde a spotrebiteľský dopyt po kvalitnej, zdravej a prírodnej strave viedli k znovuoobjaveniu pšenice dvojzrnovej v ľudskej výžive. Tento zabudnutý druh predstavuje atraktívnu alternatívu k pšenici satej práve v ekologických systémoch.

V podmienkach Slovenskej republiky je v súčasnosti stupeň spracovania a využitia pšenice dvojzrnovej v potravinárskom priemysle takmer nulový. Podľa skúseností a výsledkov zo zahraničia, v prípade prepracovaného marketingu, môže pšenica dvojzrnová a jej produkty, tak ako v nedávnej minulosti pšenica špaldová, zažiť renesanciu v pestovaní a využívaní a stať sa vyhľadávanou cereáliou. Európske genetické zdroje môžu poslúžiť ako dostatočne široká základňa pre výber odrôd.

Cieľom predkladaného príspevku bolo zhodnotiť vybrané ukazovatele kvality múčnych a celozrnných cestovín zo štyroch odrôd pšenice dvojzrnovej.

MATERIÁL A METÓDY

Maloparcelový poľný pokus bol založený na Experimentálnej báze Fakulty agrobiológie a potravinových zdrojov Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre, v blízkosti osady Dolná Malanta (48°19'N; 18°07'E), v západnej časti Žitavskej pahorkatiny. Lokalita má charakter roviny, s miernym sklonom na juh a východ. Územie je charakteristické trojuholníkovým tvarom, vymedzeným pohorím Trábeč, riekami Nitra a Žitava, s nadmorskou výškou od 177 m n. m. do 180 m n. m. (Slovík et al., 1996).

Hlavnou pôdnou jednotkou je hnedozem pseudoglejová vyvinutá na sprašových a polygénnych hlinách. Pôda je bez skeletu, stredne ťažká, hlinitá (Hanes 1995; Tobiášová et al., 2009). Jedná sa o experimentálnu lokalitu s kontinentálnym podnebím, patriacu do teplého agroklimatického regiónu s prevažne mierne teplou zimou, so sumou priemerných denných teplôt vzduchu za hlavné vegetačné obdobie 3000°C a viac (Špánik et al., 2002). Priemerná teplota vzduchu dosahuje

hodnotu 9,8°C. Dlhodobý ročný úhrn zrážok za obdobie rokov 1961-1990 je 532,5 mm (Špánik et al., 1996). Sledované vegetačné obdobie 2010-2011 bolo charakterizované vyššou priemernou teplotou s nižšou sumou zrážok v porovnaní s vegetačným obdobím 2012-2013 (Tabuľka 1).

Pokus bol založený blokovoou metódou s náhodným usporiadaním pokusných členov (priemerná veľkosť jedného opakovania bola 10 m²), v podmienkach ekologického systému hospodárenia, bez použitia priemyselných hnojív a prípravkov na ochranu rastlín. Sledované odrody pšenice dvojzrnovej (Agnone, Guardiaregia, Farvento a Molise sel Colli) boli pestované v osevnom slede hrach siaty – pšenica dvojzrnová – jačmeň jarný. Výsevok predstavoval 170 kg.ha⁻¹ pri medziriadkovej vzdialenosti 125 mm. Po zbere plodiny boli jednotlivé vzorky vylúpané.

V pokuse boli analyzované cestoviny pripravené z múky získanej z laboratórneho mlyna Quadrumat® Senior (Brabender) a cestoviny z celozrnnéj múky získanej z laboratórneho mlyna PSY MP. Počas dvoch sledovaných vegetačných období bol hodnotený vplyv ročníka a odrody na ukazovatele kvality cestovín pšenice dvojzrnovej - čas varenia (min), straty varením (%), absorpcia vody (%) a napučíavanie (%). Jednotlivé ukazovatele boli stanovené na základe metódy AACC 66-50 (2000) v troch opakovaniach.

Získané údaje boli štatisticky vyhodnotené viacfaktorovou analýzou rozptylu (ANOVA) v programe STATISTICA, verzia 10.0. Na testovanie kontrastov bol použitý Fisherov LSD test na hladine významnosti $\alpha = 0,05\%$.

Tabuľka 1. Charakteristika sledovaných vegetačných období

Vegetačné obdobie	Dátum sejby	Dátum zberu	Suma zrážok [mm]	Priemerná teplota [°C]
2010-2011	13.10.2010	18.07.2011	339,10	8,61
2012-2013	11.10.2012	24.07.2013	522,80	8,40

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Počas dvoch vegetačných období (2010-2011 a 2012-2013) boli sledované ukazovatele kvality múčnych a celozrnných cestovín vyrobených zo štyroch odrôd pšenice dvojzrnovej (Agnone, Farvento, Guardiaregia a Molise sel Colli), pestovaných v podmienkach ekologického systému hospodárenia na pôde (Tabuľka 2). Ako uvádza Manser (1981) správne vyhodnotenie kvality cestovín si vyžaduje zohľadnenie viacerých faktorov, vrátane absorpcie vody, strát varením, pružnosti, pevnosti a lepivosti cestovín.

Tabuľka 2. Štatistické zhodnotenie ukazovateľov kvality cestovín z pšenice dvojzrnovej

	Doba varenia [min]		Straty varením [%]		Absorpcia vody - väznosť [%]		Napučíavanie [%]	
	MC	CC	MC	CC	MC	CC	MC	CC
Odroda								
Agnone	1,75 a	2,50 a	9,09 a	10,43 a	122,98 a	108,19 a	273 a	250 a
Farvento	2,00 b	3,25 b	9,45 ab	13,12 b	130,49 b	123,16 b	283 a	273 b
Guardiaregia	1,75 a	2,50 a	10,70 ab	13,67 b	142,43 c	125,44 b	298 b	278 b
Molise sel Colli	1,75 a	2,25 a	10,76 b	11,06 a	124,33 a	108,64 a	278 a	255 a
Vegetačné obdobie								
2010-2011	1,63 a	2,38 a	10,14 n.	11,68 a	131,23 n.	113,22 a	284 n.	263 n.
2012-2013	2,00 b	2,88 b	9,86 n.	12,46 b	128,86 n.	119,50 b	281 n.	265 n.

MC – múčne cestoviny, CC – celozrnné cestoviny

a/b/ab – preukazný rozdiel na hladine významnosti $\alpha = 0,05\%$; ANOVA-LSD test

n. – nepreukazný rozdiel na hladine významnosti $\alpha = 0,05\%$; ANOVA-LSD test

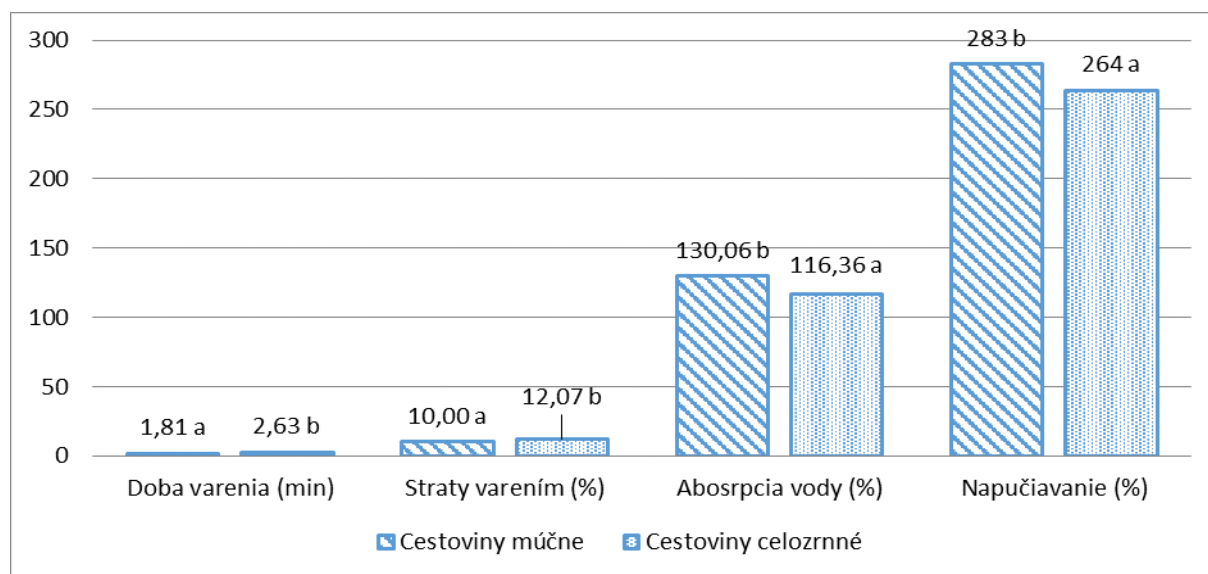
Priemerná doba varenia múčnych cestovín štyroch odrôd pšenice dvojzrnovej zaradených do experimentu bola na úrovni 1,81 min. Medzi jednotlivými odrodami boli v danom znaku signifikantné diferencie. Najdlhšie sa varili cestoviny odrody Farvento (2,0 min), zvyšné tri odrody mali dobu varenia kratšiu (1,75 min). Celozrnné cestoviny sa varili preukazne dlhšie v porovnaní

s múčnymi (Obrázok 1), optimálna doba varenia bola v priemere 2,63 min a pohybovala sa v rozmedzí od 2,25 min (Molise sel Colli) do 3,25 min (Farvento).

Straty varením múčnych cestovín, vyjadrené percentom tuhých látok rozpustených vo vode, v ktorej boli cestoviny varené (Bourne 1982), dosahovali v priemere 10,00%. Signifikantne najvyššie straty boli zaznamenané pri odrodách Molise sel Colli (10,76%) a Guardiaregia (10,70%), straty zvyšných dvoch odrôd nepresahovali 10%. Vplyv ročníka pri múčnych cestovinách nebol preukazný. Z dôvodu prítomnosti otrúb v celozrnnnej múke sú celozrnné cestoviny charakteristické preukazne vyššími stratami počas varenia (12,07%) v porovnaní s múčnymi cestovinami (Obrázok 1). V rámci celozrnných cestovín, odrody Farvento a Guardiaregia mali straty nad 13% (13,12%, resp. 13,67%), preukazne nižšie straty boli zistené pri odrodách Molise sel Colli (11,06%) a Agnone (10,43%). Z hľadiska vplyvu vegetačného obdobia, signifikantne vyššie straty boli zistené počas rokov 2012-2013 v porovnaní s rokmi 2010-2011.

Parameter absorpcia vody je definovaný ako nárast hmotnosti uvarených cestovín v dôsledku väznosti vody. Hmotnosť uverených múčnych cestovín sa v priemere zvýšila o 130,06%. Štatistická analýza potvrdila významný vplyv odrody na daný parameter. Signifikantne najvyššia absorpcia bola zistená v múčnych cestovinách odrody Guardiaregia (142,43%), intermediálnu väznosť mali cestoviny odrody Farvento a preukazne najnižšiu odrody Agnone a Molise sel Colli. Rozdielny priebeh počasia v sledovaných vegetačných obdobiach nemal štatisticky významný vplyv na absorpciu vody múčnych cestovín. Celozrnné cestoviny dosahovali preukazne nižší nárast absorpcie vody (116,36% v priemere) v porovnaní s múčnymi (Obrázok 1). Celozrnné cestoviny odrôd Agnone a Molise sel Colli sa vyznačovali signifikantne nižšou absorpciou vody (108,19%, resp. 108,64%), kým odrody Farvento a Guardiaregia dosahovali hodnoty nad 123%. Štatisticky významne vyšší nárast hmotnosti celozrnných cestovín bol zaznamenaný počas vegetačného obdobia 2012-2013 v porovnaní s druhým hodnotením obdobím (2010-2011).

Napučiavanie je indikátorom množstva vody absorbovanej škrobom a proteínmi počas varenia a je definované ako zväčšenie objemu uvarených cestovín. Štatisticky významný vplyv na tento parameter mali odrody, vplyv pestovateľského ročníka sa neprejavil ani pri múčnych, ani pri celozrnných cestovinách. Signifikantne najviac zväčšili svoj objem múčne cestoviny odrody Guardiaregia (o 298%), zvyšné tri odrody sa pohybovali v rozmedzí 273% (Agnone) až 283% (Farvento). Priemerná hodnota parametra celozrnných cestovín bola na úrovni 264%, odrody Agnone a Molise sel Colli mali signifikantne nižšie napučíavanie (250%, resp. 255%) ako odrody Farvento a Guardiaregia (273%, resp. 278%). Z hľadiska dvoch rôznych typov cestovín, štatisticky významne viac napučali múčne cestoviny (283%) v porovnaní s celozrnnými (264%) (Obrázok 1).



Obrázok 1. Štatistické porovnanie dvoch typov cestovín z pšenice dvojzrnovej
a/b – preukazný rozdiel na hladine významnosti $\alpha = 0,05\%$; ANOVA-LSD test

ZÁVER

Predkladaná práca hodnotí vybrané ukazovatele kvality uvarených múčnych a celozrnných cestovín vyrobených zo štyroch odrôd pšenice dvojrzbovej. Optimálna doba varenia sa pohybovala od 1,75 min (múčne cestoviny odrôd Agnone, Guardiaregia, Molise sel Colli) do 3,25 min (celozrnné cestoviny z odrody Farvento). Z dôvodu nehomogénneho povrchu (prítomnosť otrúb v celozrnnnej múke) sú celozrnné cestoviny charakteristické preukazne vyššími stratami počas varenia (12,07%) v porovnaní s múčnymi cestovinami (10,00%). Hmotnosť uverených múčnych cestovín sa v priemere zvýšila o 130,06%, hmotnosť celozrnných cestovín vzrástla v priemere o 116,36%. Štatisticky významne väčšie napučíavanie bolo zaznamenané pri múčnych cestovinách, z ktorých najviac zväčšili svoj objem cestoviny odrody Guardiaregia (o 298%).

Na základe získaných výsledkov môžeme skonštatovať, že vybrané odrody pšenice dvojrzbovej sú vhodné na výrobu nekysnutých výrobkov a cestovín, najmä v celozrnnnej kvalite. V dôsledku čoraz viac sa zvyšujúceho záujmu zo strany konzumentov o netradičné cereálie môže práve biela a celozrnná múka pšenice dvojrzbovej čiastočne alebo úplne nahradiť pšeničnú múku vo väčšine výrobkov ako sú cestoviny, sušienky, pizza, palacinky či raňajkové cereálie.

Podakovanie: Práca vznikla na základe výsledkov realizácie projektu ITEBIO „Podpora a inovácie technológií špeciálnych výrobkov a biopotravín pre zdravú výživu ľudí“, ITMS: 26 220 220 115 v rámci operačného programu Výskum a vývoj, financovaného z Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

LITERATÚRA

- AACC International, 2000. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemistry, 10th Ed. The Association, St. Paul, Mn, USA.
- BOURNE, M. C. 1982: *Food Texture and Viscosity*. Concept and Measurement. Academic Press, New York, 325 p.
- FELDMAN, M. 2001: The origin of cultivated wheat. In: BONJEAN, A.P. – ANGUS, W.J. (eds) *The world wheat books a history of wheat breeding*. Lavoisier Publishing : Paris, pp. 3 – 56. ISBN 978 – 1898298724.
- HANES, J. 1995: *Atropogénne vplyvy na vlastnosti poľnohospodárskych pôd*. Nitra : VES VŠP v Nitre, s. 89. ISBN 80-7137-238-2.
- MANSER, J. 1981. Optimale Parameter für die Teigwarenherstellung am Beispiel von Langwaren. In: *Getreide Mehl Brot*, vol. 35, pp. 75.
- SLOVÍK, R., LIBANT, V. 1996: Pôdno - geologické pomery okolia výskumnej bázy VŠP – Dolná Malanta. In: *Agronomická fakulta a vývoj poľnohospodárstva na Slovensku (Sekcia C)*, Zborník z medzinárodnej vedeckej konferencie Nitra : VŠP, s. 122 – 124. ISBN 80-7137-276-5.
- STEHNO, Z., KONVALINA, P., DOTALČIL, L. 2008: *Metodika pěstování pšenice dvouzrnky – Metodika pro praxi*. Praha : Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i. 23 s. ISBN 978-80-7427-001-7.
- ŠPÁNIK, F., ŠÍŠKA, B. 1996: *Biometeorológia*. Nitra : VES VŠP v Nitre, 168 s. ISBN 80-7137-259-5.
- ŠPÁNIK, F., REPA, Š., ŠÍŠKA, B. 2002: *Agroklimatické a fenologické pomery Nitry*. Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita. 39 s. ISBN 80-7137-987-5.
- TOBIÁŠOVÁ, E., ŠIMANSKÝ, V. 2009: *Kvantifikácia pôdnych vlastností a ich vzájomných vzťahov ovplyvnených antropickou činnosťou*. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita. 114 s. ISBN 978-80-552-0196-2.

Adresa autorov:

Ing. Veronika Čurná, PhD.; Katedra udržateľného poľnohospodárstva a herbológie, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra; e-mail: veronika.curna@uniag.sk

prof. Ing. Magdaléna Lacko-Bartošová, CSc.; Katedra udržateľného poľnohospodárstva a herbológie, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra; e-mail: magdalena.lacko-bartosova@uniag.sk

OBSAH LUTEÍNU V MLYNSKÝCH FRAKCIÁCH VYBRANÝCH DRUHOV A ODRÔD PŠENÍC

Lutein content in milling fractions of selected wheat species and varieties

MAGDALÉNA LACKO-BARTOŠOVÁ – ĽUDMILA LEVÁKOVÁ

*Katedra udržateľného poľnohospodárstva a herbológie, Slovenská poľnohospodárska univerzita
v Nitre*

*Lutein is a member of the carotenoid family and the major yellow pigment in wheat. A number of human epidemiological and clinical studies have shown that lutein intake is associated with reduced incidence of age-related macular degeneration, the leading cause of irreversible blindness in elderly people, and cataracts. In addition, lutein may have protective benefits against skin cancer and may also help to prevent atherosclerosis. The objective of the present study was to evaluate lutein content in selected varieties of wheat species produced in organic farming system and its distribution in milling fractions. A field stationary experiment was established at the Research Experimental Station Dolná Malanta in western Slovakia, during the years 2013 – 2015. The significantly highest average lutein content was detected in bran fraction ($2.546 \mu\text{g.g}^{-1}$ dry weight) and the lowest in flour ($1.675 \mu\text{g.g}^{-1}$ dry weight). Among wheat species, the significantly highest content of lutein was achieved in the bran of *Triticum monococcum* ($5.080 \mu\text{g.g}^{-1}$ dry weight). The highest average concentrations of lutein were observed in the variety Franckenkorn of *Triticum spelta* ($2.706 \mu\text{g.g}^{-1}$ dry weight), particularly in bran fraction. No significant differences between *Triticum dicoccon* varieties were determined. *Triticum monococcum* was the most important source of lutein, followed by *Triticum spelta* and *Triticum dicoccon*.*

Key words: lutein, milling fractions, organic farming system, wheat

ÚVOD

Karotenoidy sú prírodné lipofilné pigmenty so schopnosťou chrániť rastliny pred poškodením voľnými radikálmi indukovanými svetlom. Zodpovedajú za žlté, oranžové a červené sfarbenie ovocia, zeleniny a zŕn cereálií (Žilič et al., 2011). Cereálie sú vo všeobecnosti významným zdrojom karotenoidov, ktoré sú koncentrované predovšetkým v endosperme zŕn. Hlavný priaznivý účinok karotenoidov spočíva v ich antioxidačných schopnostiach, pre ktoré sa uplatňujú v prevencii degeneratívnych procesov a ako antikarcinogénne látky (Šivel et al., 2013).

Medzi hlavné karotenoidy v zrne cereálií patrí luteín zo skupiny xantofylov, ktorý je dôležitým mikronutrientom pre človeka. V zrnách pšenice je prítomný v obalových vrstvách, endosperme a zárodku, čo predstavuje približne 80 – 90 % celkového obsahu karotenoidov. Podiel sa na svetlo krémovej až žltej farbe pšeničných finálnych výrobkov (Leenhardt et al., 2006a). Luteín sa významne uplatňuje v biochémií zrakového vnemu. Hromadí sa v tzv. žltej škvrne (z lat. *macula lutea*) na sietnici a v očnej šošovke. Chráni oči pred poškodením ultrafialovým žiarením a následnou stratou zraku. Tento karotenoid znižuje riziko vekom podmienenej makulárnej degenerácie, ktorá vedie k strate zraku v strede zorného poľa v dôsledku poškodenia očnej sietnice. Takisto znižuje riziko sivého zákalu (katarakty), ktorý je hlavnou príčinou zhoršeného zraku v rozvinutých krajinách (Šivel et al., 2013).

Cieľom príspevku bolo zhodnotiť obsah luteínu ako hlavného karotenoidu vo vybraných odrodách pšenice špaldovej (*Triticum spelta* L.), pšenice dvojzrnovej (*Triticum dicoccon* Schrank) a pšenice jednozrnovej (*Triticum monococcum* L.) a jeho distribúciu v múke, celozrnnnej múke a otrubách.

MATERIÁL A METÓDY

Maloparcelový poľný pokus bol založený v ekologickom systéme hospodárenia na experimentálnej báze Fakulty agrobiológie a potravinových zdrojov Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre – Dolná Malanta. Geograficky sa územie nachádza v západnej časti Žitavskej pahorkatiny, ktorej charakteristický trojuholníkový tvar vymedzuje pohorie Tríbeč, rieky Nitra a Žitava. Lokalita má výmeru cca 19 ha a rovinatý charakter s miernym sklonom k juhu. Nadmorská výška v lokalite sa pohybuje v rozmedzí 177 – 180 m n. m. (Slovík a Libant, 1996). Územie patrí do teplého agroklimatického regiónu. Dlhodobá priemerná teplota vzduchu dosahuje hodnotu 9,8 °C a dlhodobý ročný úhrn zrážok za obdobie rokov 1961 – 1990 je 532,5 mm (Špánik et al., 1996). Hlavnou pôdnou jednotkou na experimentálnej báze je hnedozem pseudoglejová na sprašových a polygénnych hlinách. Pôda je bez skeletu, stredne ťažká, hlinitá (Tobiášová a Šimanský, 2009).

Pokus bol založený blokovou metódou s náhodným usporiadaním v štyroch opakovaníach. Veľkosť plochy jedného opakovania bola 10 m². Biologický materiál predstavovali tri odrody pšenice špaldovej (Oberkulmer Rotkorn, Rubiota, Franckenkorn) a pšenice dvojzrnovej (Agnone, Molise sel Colli, Farvento) a jedna odroda pšenice jednozrnovej (Einkorn). Odrody pšenice boli pestované v podmienkach ekologického systému hospodárenia, bez použitia priemyselných hnojív a prípravkov na ochranu rastlín. V pokuse bol hodnotený vplyv pestovateľského ročníka a odrôd na obsah luteínu v múke, celozrnnnej múke a otrubách.

Luteín bol stanovený chromatograficky modifikovanou metódou podľa metodiky Herrero-Barbudo et al. (2005) a Ligor a Buszewski (2012). Do 50 ml túb sa navážil 1 g vzorky a k navážke sa pridal acetón. Tuby sa vložili na 15 minút do ultrazvukového kúpeľa a nechali sa centrifugovať pri 9000 x g po dobu 5 minút. Z túb sa odobrálo 15 ml extrakčného roztoku, ktorý sa nechal dosucha odpariť vo vákuovej rotačnej odparke pri teplote 40 °C. Zvyšky z odparky sa rozpustili v 2 ml mobilnej fáze. Vzorka bola centrifugovaná pri 15 000 x g po dobu 10 minút a následne injektovaná do detekčného systému Agilent 1260 HPLC s kolónou Symmetry C-18 (Waters, 250 x 4,6 mm, veľkosť častíc 5 µm, teplota kolóny 30°C) a mobilnou fázou acetonitril/metylénchlorid/metanol (70:20:10 v/v/v). Prietok plynu bol 1 ml.min⁻¹. Na identifikáciu luteínu bol použitý simultánne hmotnostný spektrometer HPLC Agilent Triple Quadrupol 6410 MS/MS s elektrosprejovou ionizáciou (ESI mód) pri pozitívnej ionizácii (kapilárne napätie 5000 V, teplota plynu 325 °C, prietok plynu 10 l.min⁻¹, vaporizer 200 °C, nebulizer 40 psi). Pre luteín bol použitý SIM mód s iónovými signálmi *m/z* 551.

Získané údaje boli štatisticky vyhodnotené s využitím viacfaktorovej analýzy rozptylu (ANOVA) v programe STATISTICA, verzia 10.0. Preukazné rozdiely boli hodnotené na hladine významnosti $\alpha = 0,05$ % s použitím Fisherovho LSD testu.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Počas rokov 2013 – 2015 bol analyzovaný obsah luteínu v mlynských frakciách (múke, celozrnnnej múke a otrubách) vybraných druhov pšeníc a ich odrôd (Tabuľka 1 a 2). Spomedzi jednotlivých frakcií bol preukazne najvyšší priemerný obsah luteínu za všetky hodnotené druhy v otrubách (2,546 µg.g⁻¹ sušiny) a najnižší v múke (1,675 µg.g⁻¹ sušiny). Distribúcia obsahu luteínu v múke, celozrnnnej múke a otrubách odrôd *Triticum dicoccon* sa síce zvyšovala, avšak štatisticky nevýznamne. V prípade odrôd *Triticum spelta* bol obsah luteínu v múke a celozrnnnej múke tiež štatisticky nevýznamný, v otrubách signifikantne vyšší. Obsah luteínu v *Triticum monococcum* bol zo všetkých hodnotených druhov najvyšší a významne ovplyvnený frakciami zomletého zrna. Preukazne najvyššie koncentrácie luteínu boli zistené v otrubách *Triticum monococcum* (5,080 µg.g⁻¹ sušiny).

Podľa výsledkov štúdie Leenhardt et al. (2006b) koncentrácia luteínu v *Triticum monococcum*, vo frakcii celozrnnnej múky, dosiahla priemerne 5,75 ± 0,17 µg.g⁻¹ sušiny, čo boli najvyššie hodnoty v porovnaní s ostatnými testovanými druhmi pšeníc a porovnateľné s našimi výsledkami. Takisto Abdel-Aal et al. (2007) zistili najvyššie priemerné hodnoty luteínu (až 7,41 µg.g⁻¹ sušiny) v *Triticum monococcum*, pričom koncentrácie tohto karotenoidu boli ovplyvnené viacerými environmentálnymi faktormi.

Tabuľka 1. Obsah luteínu v mlynských frakciách *Triticum spelta* L., *Triticum dicoccon* Schrank a *Triticum monococcum* L. [$\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ sušiny]

Druh pšenice	Luteín [$\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ sušiny]			
	Múka	Celozrnná múka	Otruby	Priemer
<i>Triticum spelta</i> L.	1,571 a	1,804 a	2,488 b	1,954 $\pm$ 0,477 b
<i>Triticum dicoccon</i> Schrank	1,494 a	1,579 a	1,758 a	1,610 $\pm$ 0,135 a
<i>Triticum monococcum</i> L.	2,530 b	3,492 c	5,080 d	3,701 $\pm$ 1,288 c
Priemer	1,675 $\pm$ 0,577 A	1,949 $\pm$ 1,046 B	2,546 $\pm$ 1,746 C	
Rok				
2013	2,179 d	2,599 e	2,934 f	2,571 $\pm$ 0,378 b
2014	0,988 a	1,103 a	1,429 b	1,173 $\pm$ 0,229 a
2015	1,856 c	2,144 cd	3,274 g	2,425 $\pm$ 0,750 b

a/b/c/d/e/f/g – preukazný rozdiel na hladine významnosti $\alpha = 0,05$ %; ANOVA – LSD test

malé písmená – preukaznosť v stĺpci

veľké písmená – preukaznosť v riadku

Na obsah luteínu mali signifikantný vplyv odrody, pestovateľské roky, avšak aj interakcia odroda x rok. Medzi odrodami *Triticum dicoccon* neboli zistené štatisticky významné rozdiely z hľadiska obsahu luteínu. Spomedzi odrôd *Triticum spelta* boli preukazne najvyššie priemerné koncentrácie tohto karotenoidu v odrode Franckenkorn (2,706 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ sušiny), pričom najzastúpenejší bol v otrubovej frakcii. Preukazne najvyšším priemerným obsahom luteínu bola charakteristická odroda *Triticum monococcum* – Einkorn (3,701 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ sušiny). Preukazné rozdiely v obsahu luteínu boli zistené aj medzi druhmi v jednotlivých rokoch (Tabuľka 3), pričom najnižší obsah bol v roku 2014 pri *Triticum dicoccon* (0,408 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ sušiny) a najvyšší obsah v roku 2015 pri *Triticum monococcum* (5,974 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ sušiny). Preukazné rozdiely neboli zistené pri *Triticum spelta* medzi rokmi 2014 a 2015 a pri *Triticum dicoccon* medzi rokmi 2013 a 2015.

Tabuľka 2. Obsahu luteínu v mlynských frakciách vybraných odrôd rodu *Triticum* [$\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ sušiny]

Druh/Odroda pšenice	Luteín [$\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ sušiny]			
	Múka	Celozrnná múka	Otruby	Priemer
<i>Triticum spelta</i> L.				
Oberkulmer Rotkorn	1,146 a	1,387 ab	1,808 bcde	1,447 $\pm$ 0,335 a
Rubiota	1,391 ab	1,671 bcd	2,069 defg	1,710 $\pm$ 0,341 a
Franckenkorn	2,175 efg	2,354 fg	3,588 h	2,706 $\pm$ 0,769 b
<i>Triticum dicoccon</i> Schrank				
Agnone	1,408 ab	1,723 bcde	1,642 bcd	1,591 $\pm$ 0,164 a
Molise sel Colli	1,595 abc	1,370 ab	1,680 bcd	1,548 $\pm$ 0,160 a
Farvento	1,478 ab	1,644 bcd	1,953 cdef	1,692 $\pm$ 0,241 a
<i>Triticum monococcum</i> L.				
Einkorn	2,530 g	3,492 h	5,080 i	3,701 $\pm$ 1,288 c

a/b/c/d/e/f/g/h/i – preukazný rozdiel na hladine významnosti $\alpha = 0,05$ %; ANOVA – LSD test

Tabuľka 3. Štatistické zhodnotenie obsahu luteínu v jednotlivých druhoch pšeníc za obdobie rokov 2013 – 2015 [$\mu\text{g.g}^{-1}$ sušiny]

Rok	<i>Triticum spelta</i> L.	<i>Triticum dicoccon</i> Schrank	<i>Triticum monococcum</i> L.
2013	3,136 d	2,196 c	2,002 c
2014	1,288 b	0,408 a	3,126 d
2015	1,439 b	2,228 c	5,974 e

a/b/c/d/e – preukazný rozdiel na hladine významnosti $\alpha = 0,05$ %; ANOVA – LSD test

ZÁVER

Pestovateľský ročník mal štatisticky preukazný vplyv na obsah luteínu. Spomedzi odrôd *Triticum spelta* boli preukazne najvyššie priemerné koncentrácie luteínu v odrode Franckenkorn, najmä v otrubovej frakcii. Preukazne najvyšším priemerným obsahom luteínu spomedzi všetkých odrôd bola charakteristická odroda *Triticum monococcum* – Einkorn. Signifikantne najvyšší priemerný obsah luteínu bol v otrubách, najnižší v múke. Najdôležitejším zdrojom luteínom bola *Triticum monococcum*, nasledovaná *Triticum spelta* a *Triticum dicoccon*. Denná konzumácia cereálií a výrobkov z nich veľkou časťou populácie prispieva k zvyšovaniu obsahu karotenoidov, najmä luteínu a môže tak mať významný vplyv na výživový status konzumentov.

LITERATÚRA

- ABDEL-AAL, E.-S. M., YOUNG, J. C., RABALSKI, I. et al. 2007: Identification and quantification of seed carotenoids in selected wheat species. In: *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, roč. 55, č. 3, s. 787 – 794.
- HERRERO-BARBUDO, M. C., GRANADO-LORENCIO, F., BLANCO-NAVARRO, I. et al. 2005: Retinol and γ -tocopherol and carotenoids in natural and vitamin A- and E-fortified products commercialized in Spain. In: *International Dairy Journal*, roč. 15, č. 5, s. 521 – 526.
- LEENHARDT, F., YAN, B., ROCK, E. et al. 2006a: Wheat Lipoxygenase Activity Induces Greater Loss of Carotenoids than Vitamin E during Breadmaking. In: *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, roč. 54, č. 5, s. 1710 – 1715.
- LEENHARDT, F., LYAN, B., ROCK, E., RÉMÉSY, C. 2006b: Genetic variability of carotenoid concentration, and lipoxygenase and peroxidase activities among cultivated wheat species and bread wheat varieties. In: *European Journal of Agronomy*, roč. 25, č. 2, s. 170 – 176.
- LIGOR, M., BUSZEWSKI, B. 2012: Effect of Kale Cultivation Conditions on Biosynthesis of Xanthophylls. In: *Journal of Food Research*, roč. 1, č. 4, s. 74 – 84.
- SLOVÍK, R., LIBANT, V. 1996: Pôdno-geologické pomery okolia výskumnej bázy VŠP – Dolná Malanta. In: *Agronomická fakulta a vývoj poľnohospodárstva na Slovensku: zborník referátov z vedeckej konferencie*. Nitra : VŠP, s. 122 – 124. ISBN 80-7137-276-5.
- ŠIVEL, M., KLEJDUS, B., KRÁČMA, S., KUBÁŇ, V. 2013: Lutein – významný karotenoid ve výživě člověka. In: *Chemické listy*, roč. 107, s. 456 – 463.
- ŠPÁNIK, F., REPA, Š., ŠIŠKA, B. 1996: *Klimatické a fenologické pomery Nitry (1961 – 1990)*. Bratislava : Slovenská bioklimatologická spoločnosť SAV. 60 s.
- TOBIÁŠOVÁ, E., ŠIMANSKÝ, V. 2009: *Kvantifikácia pôdných vlastností a ich vzájomných vzťahov ovplyvnených antropickou činnosťou*. Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre. 114 s. ISBN 978-80-552-0196-2.
- ŽILIČ, S., ŠUKALOVIC, V. H.T., DODIG, D. et al. 2011: Antioxidant activity of small grain cereals caused by phenolics and lipid soluble antioxidants. In: *Journal of Cereal Science*, roč. 54, s. 417 – 424.

Adresa autorov:

prof. Ing. Magdaléna Lacko-Bartošová, CSc., Katedra udržateľného poľnohospodárstva a herbológie, FAPZ SPU v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra; e-mail: magdalena.lacko-bartosova@uniag.sk

Ing. Ľudmila Leváková, Katedra udržateľného poľnohospodárstva a herbológie, FAPZ SPU v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra; e-mail: xlevakoval@is.uniag.sk

KORELAČNÁ ANALÝZA KVALITATÍVNYCH PARAMETROV PŠENICE DVOJZRNOVEJ

Correlation analysis of qualitative traits of *Triticum dicoccon* (Schrunk).

MAGDALÉNA LACKO-BARTOŠOVÁ¹ – LUCIA LACKO-BARTOŠOVÁ²

¹Katedra udržateľného poľnohospodárstva a herbológie, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre – ²Katedra aplikovanej informatiky a výpočtovej techniky, Národohospodárska fakulta, Ekonomická univerzita v Bratislave

In presented study, the correlation analysis between indirect milling, baking quality and phytoprotective quality traits were assessed. Very important quality trait is protein content with high positive correlation between Zeleny test, wet gluten content, farinograph water absorption and also between beta-carotene. Strong negative correlation between protein content and gluten index indicated difficulties for breeders to select for high protein and its high quality at the same time. The content of zeaxanthin and beta-carotene correlated with grain size, beta-carotene with grain size of 2.2-2.5 mm, zeaxanthin with grain size higher than 2.5 and 2.8 mm. The content of lutein, free and bound phenolics did not correlated with grain size fractions, but medium strong to strong correlations were recorded between all these phytoprotective traits.

Key words: *Triticum dicoccon* Schrunk, correlation analysis, quality traits

ÚVOD

Produktivita európskeho a globálneho poľnohospodárstva bola výrazne intenzifikovaná pomocou zamerania na pomerne malý počet pestovaných plodín, šľachtenia vysoko úrodných odrôd, závislosti na vysokých vstupoch minerálnych hnojív a pesticídov. Táto stratégia spôsobila zníženie genetickej variability a diverzity plodín aj systémov, ktoré zapríčiňujú vyššiu zraniteľnosť plodín na biotické a abiotické stresy, vysoké vstupy hnojív a pesticídov vedú k poškodeniu životného prostredia. Minoritné cereálie, v porovnaní s konvenčnou pšenicou letnou, lepšie využívajú chudobnejšie pôdy, systémy s nižšími vstupmi a dokážu kumulovať podstatne vyššie koncentrácie minerálnych látok. Minoritné cereálie sú vysoko cenené ako producentami, tak aj konzumentami ekologických potravín, v ostatnom období vzrastá záujem aj konvenčných farmárov o pestovanie týchto druhov. Pšenica dvojzrnová je považovaná za predchodcu väčšiny pestovaných druhov pšeníc. Patrí medzi tetraploidné druhy, jej kultúrna forma označovaná tiež ako dvojzrnka (*Tr. dicoccon* Schübl.) alebo (*Tr. dicoccon* Schrunk) patrí medzi najstaršie využívané obilniny. Pestovaná forma dvojzrny bola najvýznamnejšou plodinou takmer 7 000 rokov, nálezy ako divých, tak aj domestikovaných foriem v oblasti Úrodného polmesiaca sa datujú do obdobia 7 700-7 500 rokov pred našim letopočtom (Feldman 2001). V súčasnom období sa sporadicky pestuje v podhorských a horských oblastiach Zakaukazska, Baškýrska, na Balkánskom poloostrove, v Turecku, Iráne, Jemene, Indii, Maroku, Etiópii, z európskych štátov hlavne v Taliansku, Španielsku (región Astúria), Rakúsku.

Dvojzrnka bola po tisícročia základnou obilninou aj na území dnešného Slovenska, v severnej časti východného Slovenska a na Krupinskej pahorkatine sa pestovala ešte do 70. rokov 20. storočia (najmä pod ľudovým označením tenkeľ, gengel). Pôvodný všeobecný názor predpokladal, že jej pestovanie zaniklo najneskôr v období vrcholného stredoveku. Vysievala sa na podhorské, piesočnaté alebo kamenisté pôdy, najčastejšie na lazoch ako jarina. Nepoliehala, netrpela chorobami, znášala nehnojené pôdy a neúrodné polohy. Úrody dvojzrny sa pohybovali od 2,0 do 2,5 t.ha⁻¹ (Hajnalová, Dreslerová 2010). Napriek pomerne značnému hospodárskemu významu, takmer nebola šľachtená. V českej génovej banke sú uchovávané a hodnotené originálne krajové odrody, ktoré pochádzajú z Moravsko-Slovenského pomedzia. V súčasnom období nie je na Slovensku registrovaná autochtónna odroda pšenice dvojzrny. Opätovné zavedenie jej pestovania bude vyžadovať dostupnosť odrôd adaptovaných na klimatické podmienky stanovišťa, s požadovanými agronomickými a kvalitatívnymi parametrami, ktoré môžu prispieť k zvýšeniu diverzity, rozmanitejšej produkcii potravín a rozvoju miestnych trhov.

MATERIÁL A METÓDY

Maloparcelové poľné pokusy boli založené na Experimentálnej báze Fakulty agrobiológie a potravinových zdrojov SPU v Nitre Dolná Malanta, v západnej časti Žitavskej pahorkatiny. Územie je charakteristické kontinentálnou klímou, patrí do teplého agroklimatického regiónu s prevažne miernou zimou, dlhodobým úhrnom zrážok (1961-1990) 532,5 mm, dlhodobou priemernou teplotou vzduchu 9,8°C, za vegetačné obdobie 16,4°C, s nadmorskou výškou od 177 m n. m. do 180 m n. m. (Špánik et al. 1996). Hlavnou pôdnou jednotkou je hnedozem pseudoglejová vyvinutá na sprašových a polygénnych hlinách. Pôda je stredne ťažká, hlinitá (Hanes 1995).

Pokus bol založený blokovou metódou s náhodným usporiadaním v rámci osevného sledu hrach – pšenica dvojzrnová – jačmeň jarný, v podmienkach ekologického hospodárenia. Veľkosť jedného opakovania bola 10 m² (8 riadkov, dĺžka 10 m, medziriadková vzdialenosť 0,125 m). Základné obrábanie pôdy pozostávalo z orby do hĺbky 0,20 m, zaburinenosť počas vegetácie bola regulovaná mechanicky. Výsevok nevyklúpaného zrna bol 170 kg.ha⁻¹. V experimente boli hodnotené štyri odrody *Triticum dicoccon* (Schrack): Molise sel Colli, Guardiaregia, Agnone a Farvento.

V pokuse boli analyzované nepriame ukazovatele mlynárskej kvality pomocou preosievacích sít typ AS200 (Retsch, Nemecko), nepriame ukazovatele pekárskej kvality: obsah mokrého lepku, gluten index podľa AACC 38-12 pomocou Glutomatic 2200 (Perten Inst., Švédsko), pádové číslo pomocou Falling number 1100 (Perten Inst., Švédsko) podľa AACC 56-81B; sedimentačná hodnota (Zeleny test) pomocou Shaker – Type SDZT4 podľa ICC 116/1 (Santec, Slovensko). Reologické vlastnosti boli stanovené pomocou Brabender Farinografu – AT, typ 810151.

Fytoprotektívne kvalitatívne ukazovatele: viazané a voľné fenoly boli stanovené podľa Verma a kol. (2009) a Van Hung a kol. (2009) pomocou UV-VIS-1800 (Szimadzu), karotenoidy podľa modifikovanej metódy Herrero-Barbudo a kol. (2005) a Ligor, Buszewski (2012) pomocou HPLC s Agilent 6410 hmotnostným spektrometrom.

Získané experimentálne údaje za vegetačné obdobia 2011-12, 2012-13, 2013-14 a 2014-15 boli vyhodnotené korelačnou analýzou, korelácie sú signifikantné, ak korelačný koeficient je signifikantný na hladine $p < 0,01$. Na štatistickú analýzu bol využitý program STATISTICA verzia 10.0.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Korelačná analýza medzi nepriamymi mlynárskymi, pekárskymi a fytoprotektívnymi parametrami pšenice dvojzrnovej je významná z hľadiska šľachtenia genotypov pre prípravu funkčných potravín, avšak tieto vzťahy zostávajú do významnej miery neprebádané. Korelačné koeficienty a ich preukaznosť vyjadruje Tabuľka 1. Ak $r = \pm 0,33$ až $\pm 0,66$ medzi príslušnými znakmi je stredne silná (kladná alebo záporná) korelácia, ak $r = \pm 0,66$ až $\pm 0,99$, medzi znakmi je silná korelácia. Plevnaté druhy pšeníc sú charakteristické vyšším obsahom proteínu v porovnaní s pšenicou letnou, avšak údaje publikované vo vedeckej literatúre významne kolíšu v rozpätí od 11,2% do 19,05% (Hammed a Simsek 2014). Medzi obsahom hrubého proteínu (HP) sa zistila signifikantná, stredne silná až silná kladná korelácia s nasledovnými parametrami pekárskej kvality: mokrý lepok, Zeleny test, pádové číslo, väznosť múky. Silná negatívna korelácia medzi hrubým proteínom a gluten indexom indikuje, že vyšší obsah hrubého proteínu bude viesť k jeho horšej pekárskej kvalite. Silná kladná korelácia medzi HP a podielom frakcie zrna 2,2 - 2,5 mm môže potvrdzovať predpoklad, že vyšší obsah proteínu plevnatých druhov pšeníc je výsledkom vyššieho podielu povrchových vrstiev zrna, ktoré sú bohaté na proteíny a minerálne látky, k celkovému objemu zrna (Brandolini a kol. 2008). Zistená negatívna slabá korelácia medzi HP a frakciami zrna $> 2,5$ mm a $> 2,8$ mm, potvrdzuje tento predpoklad aj v prípade pšenice dvojzrnovej. Silná negatívna korelácia medzi gluten indexom a veľkostnou frakciou zrna 2,2 - 2,5 mm naznačuje, že negatívna korelácia medzi HP a gluten indexom je aj výsledkom tohto uvedeného vzťahu. Stredne silná až silná kladná korelácia medzi Zeleny testom a väznosťou múky, vývinom cesta, číslom kvality indikuje, že Zeleny test bude vhodným parametrom pre výber odrôd s priaznivými pekárskymi vlastnosťami.

Z hodnotených parametrov fytoprotektívnej kvality zrna sa zistila stredne silná až silná kladná korelácia medzi obsahom β -karoténu a HP, väznosťou múky, Zeleny testom, a podielom frakcie zrna 2,2 - 2,5 mm. Negatívna stredne silná korelácia bola zaznamenaná medzi gluten indexom. Obsah luteínu, ako najvýznamnejšej zložky karotenoidov zo skupiny xantofylov, ktorý predstavuje 80-90% celkového obsahu karotenoidov v zrne, významne koreloval s obsahom β -karoténu, zeaxantínu,

voľných aj viazaných fenolov. Zatiaľ čo β -karotén bol významnejšie viazaný na menšiu veľkostnú frakciu zrna (od 2,2 do 2,5 mm), zeaxantín koreloval s frakciou zrna väčšou ako 2,5 a 2,8 mm.

Tabuľka 1. Korelačné koeficienty kvalitatívnych parametrov *Triticum dicoccon* (** - korelačný koeficient vysoko preukazný)

	2,2 - 2,5 mm	< 2,2 mm	> 2,8+ > 2,5 mm	Mokrý lepok	Gluten index	Zelený test	Pádové číslo	Váznosť múky	Vývin cesta	Stabilita cesta	Doba mäknutia	Číslo kvality	MTI	Hrubý protein	Luteín	Zeaxantín	β - karotén	Fenoly voľné	Fenoly viazané
2,2-2,5 mm	1,00	0,13	-0,58**	0,27	-0,68**	0,49**	0,39**	0,59**	0,15	-0,09	0,33	0,11	0,24	0,69**	0,09	-0,53**	0,65**	-0,22	-0,29
< 2,2 mm		1,00	-0,88**	-0,18	0,18	0,01	-0,00	-0,03	0,15	0,23	-0,39**	0,18	-0,40**	-0,03	-0,15	-0,34	0,03	-0,17	0,23
> 2,8+ > 2,5 mm			1,00	0,02	0,17	-0,24	-0,19	-0,26	-0,20	-0,15	0,17	-0,20	0,22	-0,30	0,08	0,53**	-0,33	0,24	-0,06
Mokrý lepok				1,00	-0,50**	0,70**	0,54**	0,68**	0,44**	0,45**	-0,19	0,57**	-0,28	0,63**	0,23	-0,16	0,45**	0,16	-0,10
Gluten index					1,00	-0,65**	-0,46**	-0,70**	-0,22	-0,03	-0,36	-0,21	-0,27	-0,81**	-0,24	0,17	-0,61**	0,20	0,21
Zelený test						1,00	0,40**	0,92**	0,62**	0,48**	0,04	0,68**	-0,10	0,79**	0,41	-0,10	0,62**	0,29	0,19
Pádové číslo							1,00	0,42**	0,10	-0,01	0,10	0,14	0,08	0,70**	0,18	-0,12	0,39**	-0,14	-0,17
Váznosť múky								1,00	0,68**	0,44**	0,09	0,67**	-0,03	0,87**	0,38**	-0,24	0,74**	0,26	0,06
Vývin cesta									1,00	0,84**	-0,48**	0,92**	-0,55**	0,41**	0,30	-0,12	0,39**	0,43**	0,38**
Stabilita cesta										1,00	-0,77**	0,95**	-0,82**	0,18	0,24	-0,05	0,19	0,43**	0,47**
Doba mäknutia											1,00	-0,61**	0,98**	0,24	0,01	0,05	0,18	-0,25	-0,38**
Číslo kvality												1,00	-0,69**	0,41**	0,32	-0,12	0,36	0,45**	0,42**
MTI													1,00	0,14	-0,05	0,09	0,09	-0,29	-0,39**
Hrubý protein														1,00	0,38**	-0,21	0,73**	0,07	-0,08
Luteín															1,00	0,46**	0,56**	0,69**	0,63**
Zeaxantín																1,00	-0,23	0,38**	0,55**
β -karotén																	1,00	0,26	0,08
Fenoly voľné																		1,00	0,68**
Fenoly viazané																			1,00

ZÁVER

Korelačná analýza kvalitatívnych parametrov *Tr. dicoccon* (Schränk) môže byť významná z hľadiska šľachtenia odrôd vhodných na prípravu funkčných potravín. Významným kvalitatívnym parametrom je obsah hrubého proteínu, s preukaznou silnou koreláciou so Zelený testom, obsahom mokrého lepku, väznosťou múky, avšak aj obsahom β -karoténu. Silná negatívna korelácia hrubého proteínu a gluten indexu indikuje možné ťažkosti pri výbere genotypov s vysokou pekárskou kvalitou. Obsah zeaxantínu a β -karoténu je v korelácii s veľkosťnými kategóriami zrna, β -karotén koreluje s menším zrnom, zeaxantín s väčším. Obsah luteínu, voľných aj viazaných fenolov nie je v korelácii s veľkosťou zrna, medzi nimi navzájom je však stredne silná až silná kladná korelácia.

Podakovanie: Práca vznikla na základe výsledkov realizácie projektu ITEBIO „Podpora a inovácie technológií špeciálnych výrobkov a biopotravín pre zdravú výživu ľudí“, ITMS: 26 220 220 115 v rámci operačného programu Výskum a vývoj, financovaného z Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

LITERATÚRA

- BRANDOLINI, A., HIDALGO, A., MOSCARTOLO, S. 2008: Chemical composition and pasting properties of einkorn (*Triticum monococcum* L. subsp. *monococcum*) whole meal flour. In: *J. Cereal Sci.*, č. 47, s. 599-609.
- FELDMAN, M. 2001: The origin of cultivated wheat. In: Bonjean, A.P. – Angus, W.J. (eds) *The world wheat books a history of wheat breeding*. Lavoisier Publishing, Paris, s. 3-56. ISBN 978-1898298724.
- HAJNALOVÁ, M., DRESLEROVÁ, D. 2010: Ethnobotany of einkorn and emmer in Romania and Slovakia: towards interpretation of archaeological evidence. In: *Památky archeologické*, roč. 101, s. 169-202.
- HAMMED, A.M., SIMSEK, S. 2014: Hulled wheats: a review of nutritional properties and processing methods. In: *Cereal Chemistry*, roč. 91, s. 97-104.
- HANES, J. 1995: *Atropogénne vplyvy na vlastnosti poľnohospodárskych pôd*. VES VŠP v Nitre, s. 89. ISBN 80-7137-238-2.
- HERRERO-BARBUDO, M.C., GRANADO-LORENCIO, F., BLANCO-NAVARO, I., OLMEDILLA-ALONSO, B. 2005: Retinol, α - and γ -tocopherol and carotenoids in natural and vitamin A- and E – fortified dairy products commercialized in Spain. In: *International Dairy J.*, roč. 15, s. 521-526. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2004.07.011>.
- LIGOR, M., BUSZEWSKI, B. 2012: Effect of kale cultivation conditions on biosynthesis of xanthophylls. In: *J. of Food Research*, č. 1, s. 74-84. <http://dx.doi.org/10.5539/jfr.v1n4p74>.
- ŠPÁNIK, F., ŠIŠKA, B. 1996: *Biometeorológia*. VES VŠP v Nitre, 168 s. ISBN 80-7137-259-5.
- VAN HUNG, P. – MAEDA, T. – MIYATAKE, K. – MORITA, N. 2009: Total phenolic compounds and antioxidant capacity of wheat graded flours by polishing method. In: *Food Research International*, č. 42, s. 185-190. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2008.10.005>.
- VERMA, B., HUCL, P., CHIBBAR, R.N. 2009: Phenolic acid composition and antioxidant capacity of acid and alkali hydrolysed wheat bran fraction. In: *Food Chemistry*, č. 116, s. 947-954. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.03.060>.

Adresa autorov:

prof. Ing. Magdaléna Lacko-Bartošová, CSc.; Katedra udržateľného poľnohospodárstva a herbológie, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra; e-mail: magdalena.lacko-bartosova@uniag.sk

Ing. Lucia Lacko-Bartošová, PhD.; Katedra aplikovanej informatiky a výpočtovej techniky, Národohospodárska fakulta, Ekonomická univerzita v Bratislave, Dolnozemska cesta 1, 85235 Bratislava, e-mail: lucia.lacko-bartosova@euba.sk

RAST PAULOWNIE KLON IN VITRO 112 NA SLOVENSKU

Growth Paulownia clon in vitro 112 in Slovakia

JOZEF SMATANA¹¹*Katedra udržateľného poľnohospodárstva a herbológie, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre*

During the years 2015 - 2016, we evaluated the growth of the Paulownia Clone in Vitro 112 tree in various agro-climatic conditions in Slovakia. We have evaluated the height of the tree at the end of the growing season as well as the stem thickness at 0.1 m above the soil surface. Another indicator was the relative increase in 2016 compared to 2015. Growth in Vitro Paulownia Clone 112 was sometimes extremely fast. According to our observations, the annual tree height increase was 0.38 to 4.82 m, respectively 43% to 831%. In the tree thickness (0.1 m above the soil surface) indicator it was from 12 mm to 77 mm, respectively 80 % to 367%. Even the height of trees at the end of 2016 was sometimes unique - from 1 m to 5.7 m. We recorded faster growth on clay chernozems, the slowest growth in the stony clay soils. The most intense growth was at an altitude of 118, resp. 136 above sea level, the weakest growth was recorded at an altitude of 315 and 620 above sea level.

Key words: fast growing trees, Paulownia Clone in Vitro 112

ÚVOD

Základným cieľom energetickej politiky krajín Európskej Únie je zabezpečenie dostatočného množstva zdrojov energie pri maximalizácii úspor energie na strane spotreby a zabezpečiť bezpečné a plynulé dodávky energie pri vyváženej štruktúre jej jednotlivých zložiek, aby v prípade výpadku jedného energetického zdroja mohol byť tento výpadok nahradený iným zdrojom (Jandačka a Maloch, 2007).

Pre posilnenie energetickej sebestačnosti, členské štáty Európskej Únie kladú stále väčší dôraz na využívanie obnoviteľných zdrojov energie. Cieľom Európskej Únie do roku 2020 je dosiahnuť 25 % podiel obnoviteľných zdrojov energie na celkovej spotrebe energie a do roku 2040 dokonca na 50 % (www.agroporadenstvo.sk).

Pôvodný strom paulownie je divorastúca drevina Paulownia tomentosa, syn.: Paulownia imperialis, čeľaď Paulowniaceae. Pôvodná drevina rástla ako divorastúci stredne vysoký strom (asi 15 m vysoký), avšak systematickým krížením a šľachtením bolo vytvorených množstvo klonov z ktorých viaceré dosahujú v dospelosti výšku 25 – 30 m (Maľová et al. 2016).

Paulownia Klon in Vitro 112, bola vyšľachtená ako kríženec Paulownie elongata a Paulownie fortunei v Španielsku na Univerzite poľnohospodárskych vied a genetiky (Castilla La Mancha), neďaleko od Barcelony. Paulownia Clon in Vitro 112 je vegetatívno-meristémový kríženec, ktorý získal Úradom spoločenstva pre odrody rastlín (CPVO), európsky pas a certifikát kvality ako najlepší paulownia klon so špeciálnym polotvrdým drevom, vysoko odolným a dobre prispôsobivým klimatickým a pôdnym podmienkam, ktorý je možné viacnásobne rezať a je neinvázneho charakteru (množiť respektíve reprodukovať ho je možné iba v laboratórnych podmienkach). Je unikátny rýchlym rastom a veľkou schopnosťou regenerácie. Ročné prírastky dokážu byť 2,5 až 4 m. Je veľkým spotrebiteľom – akumulátorom kyslíčnika uhličitého a najefektívnejším producentom kyslíka na svete. Z atmosféry púta 2 krát viac kyslíčnika uhličitého než iné dreviny a spätne do atmosféry uvoľňuje 2 krát viac kyslíka, než iné dreviny.

Stromy Paulownie Klon in Vitro 112 majú štíhli valcovitý kmeň so vzpriameným rastom. Rast je rýchly, za 6 rokov od výsadby sadenice dosahujú v priemere 16 m a hrúbku kmeňa meter nad pôdou do 0,35 m. Po prvom zrezaní (po 6 rokoch) obrastajú veľmi intenzívne a porovnateľný stav dosahujú už každých 4 – 5 rokov.

V príspevku uvádzam prvé výsledky rastu Paulownie Klon in Vitro 112 na Slovensku.

MATERIÁL A METÓDY

V priebehu rokov 2015 a 2016 v rozličných agroklimatických podmienkach Slovenska sme sledovali rast stromov Paulownie Klon in Vitro 112. Tak, ako sme sledovali výšku na konci vegetačného obdobia, tak sme sledovali aj hrúbku kmeňa vo výške 0,1 m nad povrchom pôdy. Tiež sme sledovali relatívne prírasty v roku 2016 oproti roku 2015 (relatívne preto, lebo na jar v roku 2016

boli všetky stromy zrezané tesne nad povrchom pôdy a rástli takpovediac od nuly). Prírastky tak vo výške ako aj v hrúbke sme vyjadrili v %. Sledovania boli realizované v deviatich lokalitách u drobných pestovateľov s počtom stromov od 3 do 50. Termín výsadby bol v zhode s odporúčaním – júl 2015 vo všetkých lokalitách. Dolina – 136 m n. m., černoze hlinité, Galanta – 118 m n. m., černoze hlinité, Hlohovec – 195 m n. m., ílovitá pôda so štrkovitým podloží, Horná Streda – 169 m n. m., ílovitá a kamenistá pôda, Košúty – 120 m n. m., černoze hlinité, Liptov (Viesky) – 620 m n. m., hnedá hlinito ílovitá a kamenistá pôda, Pecné – 315 m n. m., hnedá, ílovito hlinité a kamenistá pôda, Tekov – 167 m n. m., hnedozem hlinité a Úľany – 119 m n. m., černoze hlinité.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Na Slovensku sa pestovanie rýchlorastúcich drevín rozbieha pomalšie ako v zahraničí (www.podnemapy.sk).

Paulownia resp. jej vyšľachtené klony sa pre svoj ultra rýchly rast stávajú postupne jednotkou na trhu (medzi energetickými rastlinami) obnoviteľných zdrojov energie (Maľová et al. 2016). Naše doterajšie výsledky tento jej potenciál potvrdzujú.

Tak, ako to uvádzajú viaceré propagačné materiály, ale aj Maľová et. al. (2016), rast Paulownie Klon in Vitro 112 je niekedy až mimoriadne rýchly. Podľa našich sledovaní ročný prírastok vo výške stromov predstavoval 0,38 až 4,82 m, resp. 43 až 831 %. V hrúbke stromov (0,1 m nad povrchom pôdy) to bolo 12 až 77 mm, resp. 80 až 367 % (Tab. 1.).

Aj výška stromov na konci roka 2016 bola niekedy až unikátna od 1 do 5,7 m.

V roku 2015 boli najvyššie stromy v Galante, Úľanoch a v Košútoch (1,87 m, 1,42 m a 1,15 m). Najnižšie boli v Doline, v Pecnom a v Tekove (0,58 m, 0,58 m a 0,68 m).

V roku 2016 najvyššie stromy boli v Galante, Doline, a v Úľanoch (5,7 m, 5,4 m a 3,66 m). Najnižšie boli v Pecnom, v Hornej Strede a v Liptove (1 m, 1,27 m a 1,4 m)

Z agroklimatických faktorov významne ovplyvnili rast tak pôdne podmienky ako aj nadmorská výška. Najrýchlejší rast sme zaznamenali na černoze hlinite (Galanta, Dolina a Úľany, najpomalšie rástli v pôdach ílovitých a kamenistých (Pecné, Horná Streda a Liptov).

Tabuľka 1. Výška a hrúbka stromov Paulownia Klon in Vitro 112 v rokoch 2015 a 2016 (mm) a prírastky 2016 (%)

Lokalita	2015 (mm)		2016 (mm)		Prírastok 2016 (%)	
	výška	hrúbka	výška	hrúbka	výška	hrúbka
Dolina	580	21	5400	98	831	367
Galanta	1870	63	5700	110	205	75
Hlohovec	850	25	2100	70	147	180
Horná Streda	890	28	1270	32	43	78
Košúty	1150	23	2200	60	91	161
Liptov (Viesky)	750	20	1400	33	87	65
Pecné	580	15	1000	27	72	80
Tekov	680	18	3500	75	415	317
Úľany	1420	42	3660	74	158	76

Vplyv nadmorskej výšky bol tiež veľmi významný. Najintenzívnejší rast bol pri nadmorskej výške 118 resp. 136 m n. m. (Galanta a Dolina), najslabší rast sme zaznamenali pri nadmorskej výške 315 a 620 m n. m. (Pecné a Liptov).

Zo sledovaných faktorov a za daných podmienok sa javí ako významnejší faktor pôdy než nadmorská výška.

Pri sledovaní hrúbky stromov a jej prírastkov, sú výsledky porovnateľné s ich rastom tak v jednotlivých rokoch ako aj v priemere za dva sledované roky.

Paulowniu Clon in Vitro 112 je možné pestovať aj spôsobom dvojokultúry, predovšetkým v prvých dvoch - troch rokoch, prípadne aj dlhšie. V medziradí je možné pestovať rozličné poľné ako aj záhradné druhy plodín, zelenín a drobného ovocia. Neskôr je možné v redších výsadbách pestovať tie podplodiny, ktoré čiastočne znášajú zatienenie, ako napríklad drobné ovocie (ríbezle, egreš,

jahody a pod.). Žiadne alelopatické (škodlivé) pôsobenie na podplodiny zatiaľ zistené nebolo. Často v takomto spôsobe pestovania podplodín nemusíme používať žiadne chemické ochranné látky proti škodcom, pretože Paulownie odpudzujú aj škodcov pod nimi pestovaných plodín (Smatana a Tárnok, 2016). Pri takomto spôsobe jej pestovania môžeme významne znížiť množstvo používaných pesticídov a pestovať ju aj v rámci ekologického poľnohospodárstva.

S pomedzi oblastí využitia Paulownie Klon in Vitro 112 je veľmi zaujímavá oblasť stavebníctva. Viacerí pestovatelia na svojich webových stránkach (www.paulowniaslovakia.eu, Kadlečík, 2017, www.oxytree.sk), ponúkajú možnosť využiť túto drevinu v stavebníctve.

Aj keď sa zdá, že problém kľčovania pralesov na vzdialených miestach sa nás netýka, opak je pravdou. Odlesňovanie má taký obrovský vplyv na klimatické zmeny, že Indonézia a Brazília sa stali tretím a štvrtým najväčším znečisťovateľom kyslíčnikom uhľičitým na svete. Tieto emisie však nepochádzajú z priemyslu alebo dopravy, ale až 75 % emisií v Brazílii pochádza výhradne z odlesňovania. Väčšinou z vyrubovania a spaľovania Amazonského pralesu. Klimatické zmeny sú najväčším problémom našej planéty, a zachovanie našich zvyšných lesov je kľúčovou súčasťou riešenia (www.greenpeace.org).

Medzi rokmi 2001 a 2014 Slovensko stratilo skoro 6 % lesného porastu. Problematika lesov na Slovensku je treťou, čiastočne indikatívnou, výzvou. Výsledkový indikátor je síce v kladných číslach, avšak stále hovorí o poklese lesného porastu. Lesy sú zaradené medzi najväčšie výzvy životného prostredia na základe vyššej intenzity a prekračovanej odporúčanej ťažby, ako aj názorov odborníkov (Hanuš a Dráb, 2017).

Podľa údajov Eurostatu sa na Slovensku ťaží menej dreva, než ho dorastá. Intenzita ťažby je však dlhodobo vyššia než v ostatných krajinách OECD. Stále je intenzita ťažby vyššia než pred 10 rokmi, odkedy zároveň prekračujeme odporúčanú hranicu stanovenú Národným lesníckym centrom (Kapusta, 2015). (www.biosferaklub.info).

Lesy sú kľúčovým ekosystémom – zdrojom kyslíka na dýchanie, miestom života 80 % fauny a flóry (McLendon, 2014). Lesné porasty sú dôležité pre život a zdravie našej planéty a hlavne pre reguláciu klímy.

V nadväznosti na predchádzajúce odstavce môžeme potvrdiť potenciálnu možnosť náhrady drevnej hmoty z lesných spoločenstiev aj v podmienkach Slovenska, drevnou hmotou, ktorú vyprodukuje stromy Paulownie Klon in vitro na poľnohospodárskej pôde.

Paulownia bol obľúbený strom rakúsko-uhorského cisára Františka-Jozefa I., ktorý vysádzal v monarchii celé sady tohoto stromu. Veľa z týchto sadov sa nezachovalo, napriek tomu však stále môžeme nájsť niekoľko jedincov na území vtedajšej monarchie, ktoré svojim mohutným vzrastom a veľkými kvetmi vzbudzujú pozornosť (www.paulownia-slovakia.eu) a významná inváznosť sa pri nich za uplynulých viac než 100 rokov nezistila.

V Českej republike je Paulownia tomentosa uvádzaná ako „Zriedkavý invázny druh“ (Pyšek et al. 2002). V Maďarsku je druh zaradený do záznamu „Príležitostne invázných rastlín“ (Botond a Botta-Dukát 2004).

Maľová et al. (2016) uvádzajú, že aj klony tvoria kvety a plody a preto je hypoteticky možné aj ich opelenie peľom z druhu *Paulownia tomentosa*, ktorý sa na území Slovenska pestuje ako okrasná drešina v parkoch a dokáže na našom území splnievať, tzn. šíriť sa do okolia. S týmto názorom súhlasíme a potvrdzujeme, že túto skutočnosť bude potrebné sledovať od času, kedy prvé stromy Paulownie Klon in Vitro 112 začnú kvitnúť.

Ako ďalej uvádzajú Maľová et al. (2016), je potrebné aj sledovanie prípadnej koreňovej výmladnosti (napr. pri narušení koreňového systému pri mechanickom odstraňovaní buriny medzi vysadenými jedincami), keďže všetky známe klony je možné veľmi dobre množiť aj koreňovými odrezkami.

Pri návšteve troch plantáží v Srbsku Maľová et al. (2016) v časovom horizonte 2 – 4 roky od založenia plantáže, znaky invázneho správania (prítomnosť výmladkov resp. semenáčikov) pestovaných klonov paulownie, nezaznamenali. Zhodné pozorovanie máme aj my z podmienok Slovenska pri Klone in Vitro 112.

V dohovore o biologickej diverzite boli prijaté riadiace princípy na introdukciiu, prevenciu a zmierňovanie vplyvov, spôsobených nepôvodnými druhmi, ktoré potenciálne ohrozujú domáce ekosystémy, biotopy a druhy. Princíp predbežnej opatrnosti odporúča neintrodukovať nové nepôvodné druhy až kým nebude vypracované hodnotenie rizík daného introdukovaného druhu,

ktorým by sa potvrdilo, že tento nebude mať negatívny vplyv na domáce ekosystémy, biotopy a druhy.

Mútnanová (2015) uvádza, že v súčasnej dobe neexistuje spracovanie hodnotenia rizík týkajúce sa správania sa klonov paulownie v našich klimatických podmienkach. Doteraz neboli testované ani vo Výskumnom ústave Silva Taroucy pre krajinu a okrasné záhradníctvo, v.v.i. (VÚKOZ-e) v Českej republike. Preto by sme pri pestovaní klonov mali byť nanajvýš opatrní. Nie všetko čo sa uvádza v propagačných materiáloch platí aj pre podmienky Slovenska a nie je možné posúdiť vplyv takýchto porastov na našu biodiverzitu. Ďalej Maľová et al. (2016) uvádzajú, že až viacročné testovanie (minimálne 5 rokov pri rýchlorastúcich drevinách) umožní získať relevantné výsledky o rastovom potenciáli jednotlivých klonov paulownie v našich klimatických a pôdnych podmienkach, ako aj o ich správaní sa z hľadiska potenciálnej inváznosti, resp. možných negatívnych vplyvov na pôvodné druhy a ich biotopy. S týmito názormi možno iba súhlasiť a aj výsledky v tomto príspevku by mali napomôcť riešeniu daných problémov.

Škvarek (2017) uvádza, že aj keď niektoré novovyšľachtené druhy, ako aj náš skúmaný klon *Paulownia in Vitro 112* invázne nie sú, medzi verejnosťou ešte prevláda názor, že *Paulownia* vo všeobecnosti invázny druh je.

Varga a Bartko (2010) v súvislosti s rýchlorastúcimi drevinami uvádzajú, že je potrebné vyzdvihnúť, že zo zákonného a ekonomického hľadiska sa jedná o najjednoduchší a najlacnejší spôsob zaistenia energetickej štiepky. Porasty rýchlorastúcich drevín poskytujú množstvo pracovných, aj keď zväčša sezónnych príležitostí, hlavne pre občanov v minulosti pracujúcich v poľnohospodárstve a lesníctve. Podobne je možné zamestnať tiež občanov dlhší čas nezamestnaných. Výsadba a ošetrovanie porastov RRD im poskytne viacero mesiacov počas roka zapojiť sa do práce. Rastliny hlavne dreviny pestované pre ciele produkcie energetickej biomasy, dá sa využiť k zlepšeniu funkcie krajiny. Jedná sa najmä o využitie kvalitných vlastností drevín a porastov pre zvýšenie kvality podmienok životného prostredia, ochrany prírody aj krajiny.

ZÁVER

Na základe prvých, dvojročných (2015 a 2016) výsledkov pestovania *Paulownia Klon in Vitro 112* na Slovensku, môžeme konštatovať, že viaceré údaje uvádzané v propagačných materiáloch sú reálne. Predovšetkým tie, ktoré hovoria o veľmi intenzívnom raste a o vhodných agroklimatických podmienkach pre jej rast. Rast *Paulownia Klon in Vitro 112* je niekedy až mimoriadne rýchly. Podľa našich sledovaní ročný prírastok vo výške stromov predstavoval 0,38 až 4,82 m, resp. 43 až 831 %. V hrúbke stromov (0,1 m nad povrchom pôdy) to bolo 12 až 77 mm, resp. 80 až 367 %. Aj výška stromov na konci roka 2016 bola niekedy až unikátna – od 1 do 5,7 m.

Z agroklimatických faktorov významne ovplyvnili rast tak pôdne podmienky ako aj nadmorská výška. Najrýchlejší rast sme zaznamenali na černozeiach hlinitých, najpomalšie rástli v pôdach ílovitých a kamenistých.

Vplyv nadmorskej výšky bol tiež veľmi významný. Najintenzívnejší rast bol pri nadmorskej výške 118 resp. 136 m n. m., najslabší rast sme zaznamenali pri nadmorskej výške 315 a 620 m n. m.

Zo sledovaných faktorov a za daných podmienok sa javí ako významnejší faktor pôdy než nadmorská výška.

Pri sledovaní hrúbky stromov a jej prírastkov, sú výsledky porovnateľné s ich rastom tak v jednotlivých rokoch ako aj v priemere za dva sledované roky.

LITERATÚRA

BOTOND, M., BOTTA-DUKÁT, B., 2004: *Biologai invaziok magyaroszaragon Ozonnovenyek*. Alapítvány Kiadó, Budapest.

JANDAČKA, J., MALOCH, M., 2007: *Biomasa ako zdroj energie*. Štúdia vydaná s podporou Európskeho spoločenstva prostredníctvom Programu Iniciatívy Spoločenstva INTERREG IIIA SR – ČR 2004 – 2006, 1.vyd. 78s.: ISBN 978-80-969161-4-6

HANUŠ, M., DRÁB, J., 2017: *Tri výzvy životného prostredia na Slovensku*, Vydalo Ministerstvo Životného prostredia, Inštitút environmentálnej politiky, v januári 2017, Bratislava, 26.s

KADLEČÍK, V., 2017: *Zoznámte sa s Paulowniou, stromom budúcnosti*. [online]. [cit. 10.6.2017].

Dostupné na: <http://www.rychlorastucestromy.sk>.

- KAPUSTA, P., 2016: Udržateľné hospodárenie v lesoch., Enviroportál.sk, [online]. [cit. 1.4.2017]. Dostupné na: http://enviroportal.sk/app_dev.php/indicator/pdf
- MAĽOVÁ, M., JANKOVIČ, J., SUJOVÁ, K., LONGAUEROVÁ, V., 2016: Paulownia – potenciál a riziká pestovania na Slovensku. In.: Aktuálne problémy v ochrane lesa 2016, Zborník referátov z 25. Ročníka medzinárodnej konferencie, ktorá sa konala 21. a 22. januára v Novom Smokovci. 1.vyd. Národné lesnícke centrum, Zvolen. 2016. 170 s.: ISBN 978-80-8093-214-5
- MCLENDON, R., 2014: 21 reasons why forests are important., MNN.com [online]. [cit. 1.4.2017]. Dostupné na: <http://www.mnn.com/earth-matters/wilderness-resources/blogs/21-reasons-why-forests-are-important>
- MÚTNANOVÁ, M., 2015: Klony nepôvodných drevín rodu Paulownia – Propagácia a realita na Slovensku. In.: Chránené územia Slovenska, štvrťročný odborný-metodický časopis, vydáva: Štátna ochrana prírody SR, Banská Bystrica, 2015/85. 64s. ISSN 2453-6423
- PYŠEK, P., SÁDLO, J., MANDÁK, M., 2002: Catalogue of alien plants of the Czech Republic. – Preslia, 74:97-186.
- SMATANA, J., TÁRNOK, J., 2016: Potenciálne možnosti pestovania a využitia Paulownie Clon inVitro 112 a Cotevisa 2, na Slovensku. In *Naše pole*, 2016, č. 4, s. 40 - 41.: ISSN 1335-2466
- ŠKVAREK, P., 2017: Mechanické vlastnosti rýchlorastúcej dreviny Paulownia – tlak, krut. In: Diplomová práca, TU Zvolen. 47 s.
- VARGA, L., BARTKO, 2010: Rýchlorastúce dreviny - jeden z obnoviteľných zdrojov drevnej suroviny a energie. In.: Zborník referátov z odborného seminára, ktorý sa konal 25.septembra 2008 v Sobrance. 1.vyd. Národné lesnícke centrum, Zvolen 2010. 104 s. :ISBN 978-80-8093-117-9
- <http://www.biosferaklub.info/stromy-su-nenahraditelne-prirodne-filtre-vzduchu/>
- <http://www.greenpeace.org/slovakia/Global/slovakia/report/2009/5/ekologicka-stop-a-info-pdf.pdf>
- <http://www.podnemapy.sk> Pôdy pre pestovanie rýchlorastúcich drevín. Pôdny portál, 2017-10-06
- <http://www.paulownia-slovakia.eu>, Paulownia-popis, energetický porast, 2017-10-06
- <http://www.paulowniaslovakia.eu>, Drevo a výroba, 2017-10-06
- <http://www.oxytree.sk>, Možnosti využitia Oxytree, 2017-10-06
- <http://www.agroporadenstvo.sk/>

Adresa autora:

Ing. Jozef Smatana, PhD., Katedra udržateľného poľnohospodárstva a herbológie, FAPZ, SPU v Nitre
jozef.smatana@uniag.sk.

VPLYV POVETERNOSTNÝCH PODMIENOK NA PESTOVANIE SIDY OBOJPohlAVNEJ

Effect of weather condition on Virginia fanpetals cultivation

ALŽBETA ŽOFAJOVÁ – KATARÍNA BOJNANSKÁ – MARCELA GUBIŠOVÁ – JOZEF
GUBIŠ

NPPC – Výskumný ústav rastlinnej výroby

In 2016, in the field experiment (established in 2013, locality Piešťany) aimed at growing technology of Virginia fanpetals, biomass yield on fertilised variant was 7.05 t.ha⁻¹ and on unfertilised one 3.78 t.ha⁻¹, and the differences were statistically significant. Reduction of biomass yield was caused by lack of rain (in the stage of intensive growth) and by high temperatures. In trial designed to vegetative propagation of Virginia fanpetals the first results showed, that higher biomass yield had plants derived from nurlselings from vegetative propagation by root cuttings.

Key words: Virginia fanpetals, biomass, technology, vegetative propagation

ÚVOD

Sida obojpohlavná ako energetická plodina dosahuje vysokú úrodu biomasy vhodného zloženia a má nízke požiadavky na živiny. Avšak hnojenie organickým hnojivom má veľký potenciál zvýšiť úrodnosť pôdy v marginálnych oblastiach, čo sa pozitívne prejavuje v poskytovaní vysokej úrody biomasy (Nabel et al. 2017). Toto zistenie je v súlade s požiadavkou, aby produkcia rastlinnej biomasy nekonkurovala rastlinnej produkcii tradične využívanej pre potravu a pre kŕmne účely (Voight et al. 2012).

Nakoľko sida je pestovaná najmä pre biomasu, hnojenie N má najvyššiu prioritu. Ust'ak (2008) v metodike pre prax odporúča každoročnú aplikáciu tzv. regeneračného hnojenia na začiatku obrastania a to v dávke 30 až 60 kg N.ha⁻¹. V ostatných rokoch za vhodnú alternatívu k minerálnym hnojivám pri pestovaní sidy v okrajových pôdach je považovaný digestát z bioplynových staníc (Nabel et al. 2014).

Pestovanie sidy obojpohlavnej u nás je skôr experimentálne (Žofajová et al. 2013) a doposiaľ neevidujeme väčšie pestovateľské plochy, na rozdiel od Poľska, kde spolu s vr'bou košíkárskou a s *Miscanthus x giganteus* patrí k energetickým plodinám, ktorým je venovaná najväčšia pozornosť z dôvodu ich vysokého úrodového potenciálu (Kolodziej et al. 2016). Hodnotenie rastu a fytoextrakčného potenciálu *Miscanthus x giganteus* a sidy obojpohlavnej na pôdach simultánne kontaminovaných Cd, Cu, Ni, Pb a Zn uviedli Kocon a Jurga (2017). Zistili, že uvedené plodiny môžu byť pestované na pôdach, ktoré sú stredne kontaminované ťažkými kovmi.

Cieľom dlhodobého výskumu je overiť technológiu pestovania sidy obojpohlavnej v našich podmienkach. V príspevku prezentujeme najmä výsledky z roku 2016.

MATERIÁL A METÓDA

V pokuse zameranom na technológiu pestovania sidy obojpohlavnej založenom v roku 2013 v NPPC – VÚRV Piešťany (do sponu 0,75 x 0,8 m sme vysadili rastliny predpestované z upraveného semena, plocha pokusu 2 áre) sledujeme vplyv hnojenia (60 kg N.ha⁻¹, aplikovaný vo forme liadku amónneho a 20 kg P.ha⁻¹ vo forme superfosfátu) na úrodu nadzemnej biomasy. Hnojivá sú každoročne aplikované vo fáze „koniec tvorby púčikov“ (BBCH rastová fáza 02 podľa Jablonowski et al. (2016)). Do pokusu je zaradený nehnojený kontrolný variant. Pre pozorovanie rastových fenologických fáz sidy obojpohlavnej používame od roku 2016 štandardný systém kódovania, ktorý publikovali Jablonowski et al. (2016).

V druhom pokuse zameranom na overenie a optimalizovanie vegetatívnych spôsobov rozmnožovania sidy obojpohlavnej sledujeme dva varianty: prvý bol založený vysadením priesad získaných vegetatívnym množením z koreňových odrezkov v roku 2014 a druhý variant pokusu bol

založený priamou výsadbou koreňových odrezkov v roku 2015. Oba varianty sú vedené v troch opakovaníach. Hodnotili sme počet stoniek, výšku rastlín a hmotnosť suchej hmoty z desiatich rastlín z každého opakovania.

V oboch pokusoch nadzemná biomasa sidy obojpohlavnej bola zberaná v čase, kedy mala najmenej vody, čo je zvyčajne v marci nasledujúceho roku.

Získané údaje sme spracovali programom Statgraphics X64.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Počas vegetácie v roku 2016 suma zrážok bola na úrovni dlhodobého normálu, avšak s nerovnomerným rozdelením (tab. 1). V máji v období intenzívneho rastu padlo len 17,6 mm, čo je 26,7 % dlhodobého normálu. Naopak v mesiaci júl padlo 124,2 mm (201,5 % dlhodobého normálu). Priemerná denná teplota za vegetáciu bola o 1,8°C vyššia, avšak v apríli 26., 28. a 29. sme zaznamenali prízemné mrazy, ktoré poškodili rastliny v rastovej fáze BBCH 1 – vývoj listov hlavnej stonky. V mesiaci máj, kedy bol kritický nedostatok zrážok, bola priemerná denná teplota vyššia o 1,1°C. Najvyšší rozdiel v porovnaní s dlhodobou teplotou pre Piešťany, bol v júni o 3,2°C a v júli o 2,4°C.

Biomasu sidy obojpohlavnej sme zberali 15.3.2017 s priemerným obsahom sušiny 86,8 %. Medzi hnojeným a nehnojeným variantom boli v úrode biomasy významné rozdiely, pričom nehnojený variant dosiahol len 53,6 % hnojeného variantu (tab. 3). Pre porovnanie uvádzame úrodu biomasy z dvoch predchádzajúcich vegetácií. Príčinou nízkej úrody biomasy sú najmä krajne nepriaznivé poveternostné podmienky v počiatočných fázach rastu a na hnojenom variante aj nízka využiteľnosť živín z dodaných hnojív v dôsledku nedostatku zrážok. Biomasa na hnojenom variante v roku 2016 bola len na úrovni 54,7 % úrody biomasy v roku 2014. Úrodu biomasy ovplyvnila tiež dĺžka vegetačnej doby. Začiatok tvorby púčikov v roku 2016 sme pozorovali o 23 dní neskôr ako v roku 2014 (tab. 2). Priemerná výška rastlín v zbere bola od 122 do 217 cm, pričom rozdiely medzi variantmi neboli významné (výsledky neuvádzame).

Dosiahnutá úroda biomasy pri jednorazovom zbere je však v zhode s výsledkami, ktoré publikoval Ust'ak (2008). Uvádza, že za podmienok dodržania základných agrotechnických postupov sida pri jednorazovom zbere každoročne poskytuje dostatočne vysoké úrody (cca 8 – 14 t.ha⁻¹). Avšak Titei (2015) v poľnom pokuse v Moldavsku hodnotil odrodu sidy obojpohlavnej Energo, ktorá v druhom roku pestovania dosiahla 22,6 – 24,4 t.ha⁻¹ (sušina).

V druhom pokuse hodnotíme dva varianty vegetatívneho rozmnožovania sidy obojpohlavnej. V prvom variante boli vysadené priesady sidy, ktoré boli získané vegetatívnym množením z koreňových odrezkov v roku 2014 a vo variante 2 bola priama výsadba koreňových odrezkov sidy v roku 2015. Medzi rastlinami oboch variantov bola vysoká variabilita vo všetkých znakoch (tab. 4). Významné rozdiely sme zistili len pri hmotnosti nadzemnej biomasy, pričom vyššiu hmotnosť mali rastliny variantu 1 (o 39,6 % v porovnaní s variantom 2). Rastliny variantu 2 mali rovnaký počet stoniek na rastlinu ako pri variante 1, avšak boli v priemere o 49 cm nižšie. Rozdiely medzi variantmi v uvedených znakoch boli podmienené nielen rozdielnym rokom výsadby, ale tiež pôdnou heterogenitou. Miesto poľného pokusu bolo však vybrané zámerne, s cieľom overenie výsadby sidy na okrajových pozemkoch. Prvé výsledky z hodnotenia variantu 1 sme uviedli v predchádzajúcej práci (Žofajová et al. 2016), avšak objektívne porovnanie oboch variantov si bude vyžadovať dlhšie pozorovanie.

Tabuľka 1. Porovnanie teploty a zrážok v roku 2016 s dlhodobým normálom pre Piešťany

Mesiac	4	5	6	7	8	9	10	Suma, priemer
Dlhodobý normál 1961-1990								
Zrážky (mm)	40	66	72	59	65	44	40	386
Teplota (°C)	9,6	14,5	17,4	18,9	18,4	14,6	9,7	14,7
2016								
Zrážky (mm)	44,8	17,6	54,4	124,2	71,4	32,8	52	397,2
Teplota (°C)	10,7	15,6	20,6	21,3	19,7	18,0	9,9	16,5

Tabuľka 2. Dátumy nástupu vybraných rastových fáz sidy obojpohlavnej v rokoch 2014 a 2015 podľa Jablonowski et al. (2016)

BBCH rastové fázy	Rastová fáza	2014	2015	2016
01	Začiatok tvorby púčikov (na báze rastliny)	26. 3. 2014	24. 4. 2015	18.4.2016
51	Viditeľné súkvetie alebo púčiky kvetov	30. 5. 2014	2. 6. 2015	1.6.2016
61	Začiatok kvitnutia: 10 % kvetov je otvorených	16. 6. 2014	22. 6. 2015	20.6.2016

Tabuľka 3. Úroda nadzemnej biomasy (prepočet na absolútnu sušinu a t.ha⁻¹) sidy obojpohlavnej v rokoch 2014 až 2016

Variant	2014	2015	2016	x
nehnojený	9,85	7,70	3,78	7,11
hnojený	12,90	7,20	7,05	9,05
x	11,38	7,45	5,42	8,08

Tabuľka 4. Vybrané úrodnotvorné znaky sidy obojpohlavnej hodnotené zo suchej nadzemnej hmoty (úroda z rokov 2015 a 2016) v poraste založenom z vegetatívne množených rastlín

Znak	Variant 1				Variant 2	
	2015		2016		2016	
	x	Variačné rozpätie	x	Variačné rozpätie	x	Variačné rozpätie
Počet stoniek/rastlina	10,1	8,1 - 11,3	17,7	16,6 - 19,1	17,7	12,5 - 26,6
Výška rastliny (cm)	302	270 - 335	364	330 - 403	315	309 - 323
Hmotnosť nadzemnej biomasy (kg.rastlina ⁻¹)*	0,359	0,200 - 0,464	0,613	0,478 - 0,698	0,370	0,314 - 0,422

* prepočítaná na absolútnu sušinu

Variant 1 - výsadba priesad získaných vegetatívnym množením z koreňových odrezkov v roku 2014

Variant 2 - priama výsadba koreňových odrezkov v roku 2015

ZÁVER

Sida obojpohlavná je perspektívnou energetickou plodinou pre pestovanie v našich podmienkach. Dosahuje vysokú úrodu biomasy vhodného zloženia pre rôzne využitie a má nízke požiadavky na živiny.

- Sida obojpohlavná je považovaná za plodinu, ktorá má vysoký pestovateľský potenciál pre zabezpečenie biomasy na energetické účely, čo sme potvrdili aj v doterajšom výskume.
- Úroda biomasy sidy obojpohlavnej v roku 2016 (3. úžitkový rok) bola významne ovplyvnená poveternostnými podmienkami – nedostatkom zrážok najmä v období intenzívneho rastu a vysokými teplotami.
- Priemerná úroda biomasy na hnojenom variante bola 7,05 t.ha⁻¹ a na nehnojenom 3,78 t.ha⁻¹.
- Prvé výsledky z pokusu v ktorom hodnotíme dva spôsoby vegetatívneho rozmnožovania sidy obojpohlavnej naznačili, že vyššiu hmotnosť biomasy mali rastliny z priesad získaných vegetatívnym množením z koreňových odrezkov.

LITERATÚRA

JABLONOWSKI, N. D., KOLLMAN, T., NABEL, M., DAMM, T., KLOSE, H., MÜLLER, M., BLÄSING, M., SEEBOLD, S., KRAFFT, S., KUPERJANS, I., DAHMEN, M., SCHURR, U. 2015: Valorization of *Sida (Sida hermaphrodita)* biomass for multiple energy purposes. GCB Bioenergy (2016), doi: 10.1111/gcbb.12346

- KOCOŇ, A., JURGA, B. 2017: The evaluation of growth and phytoextraction potential of *Miscanthus x giganteus* and *Sida hermaphrodita* on soil contaminated simultaneously with Cd, Cu, Ni, Pb, and Zn. In: Environ. Sci. Pollut. Res. 24, 4990-5000.
- KOŁODZIEJ, B., ANTONKIEWICZ, J., SUGIER, D. 2016: *Miscanthus x giganteus* as a biomass feedstock grown on municipal sewage sludge. In: Ind. Crop. Prod. 81, 72-82.
- NABEL, M., BARBOSA, D. B. P., HORSCH, D., JABLONOWSKI, N. D. 2014: Energy crop (*Sida hermaphrodita*) fertilization using digestate under marginal soil conditions: A dose-response experiment. In: Energy Procedia 59, 127-133.
- NABEL, M., POORTER, H., TEMPERTON, V., SCHREY, S. D., KOLLER, R., SCHURR, U., JABLONOWSKI, N. D. 2017: Energizing marginal soils: A perennial cropping system for *Sida hermaphrodita*. Geophysical Research Abstracts, Vol. 19, EGU2017-1887.
- TITEI, V. 2015: Agro biological peculiarities and economical value of *Sida hermaphrodita* in Republic of Moldavia. In: ProEnvironment 8, 485-491.
- UŠŤAK, S. 2008: Pěstování a využití vlákně oboupohlavné v podmínkách České republiky. Metodika pro praxi. Výzkumný ústav rostlinné výroby, v. v. i. ISBN 978-80-87011-74-4
- VOIGT, T. B., LEE, O. K., KLING, G. J. 2012: Perennial herbaceous crops with potential for biofuel production in the temperate regions of the USA. CAB Reviews, 7, 45-57.
- ŽOFAJOVÁ, A., BOJNANSKÁ, K., GUBIŠOVÁ, M., GUBIŠ, J. 2016: Pestovanie sidy obojpohlavnej. In: Pestovateľské technológie a ich význam pre prax : zborník zo 7. vedeckej konferencie s medzinárodnou účasťou, Piešťany, 1. decembra 2016 / zost. Ľ. Malovcová, zost. M. Babulicová, zost. M. Švančárková. - Piešťany : NPPC-VÚRV, 2016. - ISBN 978-80-89417-72-8, 98-100.
- ŽOFAJOVÁ, A., GUBIŠOVÁ, M., GUBIŠ, J., BOJNANSKÁ, K., PORVAZ, P. 2013: Pestovanie sidy obojpohlavnej (*Sida hermaphrodita* L.) pre energetické využitie. In: Naše pole. - ISSN 1335-2466. - Roč.17, č.10 (2013), s. 18-19.

PodĎakovanie: Práca bola riešená v rámci rezortného projektu výskumu a vývoja „Zdokonalenie pestovateľských systémov pre trvalú udržateľnosť a kvalitu primárnej rastlinnej produkcie zohľadňujúcich zmeny klímy, ochranu životného prostredia a rozvoj vidieka“.

Adresa autorov: Ing. Alžbeta Žofajová, PhD., Ing. Katarína Bojnanská, Ing. Marcela Gubišová, PhD., Ing. Jozef Gubiš, PhD., Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav rastlinnej výroby, Bratislavská cesta 122, 921 68 Piešťany, Slovenská republika, e-mail: zofajova@vurv.sk, bojnanska@vurv.sk, gubisova@vurv.sk, gubis@vurv.sk

ZBEROVÁ EXPEDÍCIA EKOTYPOV KŔMNYCH TRÁV A LEGUMINÓZ NA SLOVENSKU

A collecting expedition of ecotypes of forage grasses and legumes in Slovakia

MIRIAM KIZEKOVÁ¹ – JANKA MARTINCOVÁ¹ – MARIANA JANČOVÁ¹ – JOZEF
ČUNDERLÍK¹ – ZUZANA DUGÁTOVÁ¹ – TSVETOSLAV MIHOVSKÝ² – TATYANA
BOZHANSKA²

¹NPPC – Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva Banská Bystrica –

²Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture

*The National Agricultural and Food Centre – Grassland and Mountain Agriculture Research Institute Banská Bystrica, Slovakia, and Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, Troyan, Bulgaria carried out a joint seed collecting expedition in Slovakia between 5 September and 12 September 2017. Seven localities in central Slovakia were monitored. Detailed site data (altitude, latitude, longitude, grassland management) was recorded at every site. Seed collection of *Dactylis glomerata* (5 populations), *Festuca arundinacea* (1 population), *Festuca rubra* (2 populations), *Phleum pratense* (5 populations), *Trifolium hybridum* (2 populations), *Trifolium pratense* (5 populations), and *Trifolium repens* (3 populations) were made. Collected seed populations will serve for further research.*

Key words: *collecting expedition, forage genetic resources, grasses, legumes*

ÚVOD

Genetické zdroje rastlín sú dôležitou súčasťou poľnohospodárskej biodiverzity. Reprezentujú rôznorodosť genetického materiálu obsiahnutého vo voľne rastúcich rastlinách, tradičných aj moderných odrodách. Využívanie genetických zdrojov je rozhodujúce pre udržateľnú produkciu poľnohospodárskych výrobkov (Ramirez-Villegas et al. 2012). Ochrana rastlinných genetických zdrojov prebieha v niekoľkých podobách. Za najvhodnejší spôsob ochrany rastlinných genetických zdrojov je ich ochrana *in situ*, t.j. v prirodzených biotopoch v pôvodných areáloch ich rozšírenia. Táto forma ochrany je spojená so zachovaním tradičného obhospodarovania prirodzených biotopov konkrétnych genetických zdrojov. Ďalším spôsobom je ochrana *ex situ*, ktorý sa zameriava na udržiavanie genetických zdrojov rastlín mimo ich prirodzeného environmentu. Okrem týchto dvoch spôsobov ochrany rastlinných genetických zdrojov, významné postavenie má zber semien rastlín v ich prirodzenom prostredí. Zozbierané semená sa uchovávali v regulovanom prostredí génovej banky a slúžia ďalej na vedecké, výskumné a šľachtiteľské účely. Počas zberových expedícií prebieha okrem samotného zberu semien aj dokumentácia a popis lokalít, kde sa rastliny zozbieraných semien vyskytujú. Tieto údaje sú dôležitým zdrojom informácií o environmente a manažmente výskytu rastlinných genetických zdrojov.

Krmoviny majú dôležitú úlohu v oblasti potravinovej bezpečnosti, zmiernovaní chudoby a významnou mierou prispievajú k environmentálnej udržateľnosti (Batello et al., 2008). Zber semien divorastúcich tráv a d'atelinovín z poloprirodných trávnych porastov je kľúčovou aktivitou pre získanie hodnotného genetického materiálu. Spolupráca medzi organizáciami z rôznych krajín v oblasti popisu výskytu genetických zdrojov krmovín a spoločné medzinárodné zberové expedície vytvárajú predpoklady pre zvýšenie úrovne vedomostí o rozšírení jednotlivých druhov tráv a d'atelinovín, a ich potencionálnom využití pre šľachtiteľské účely (Okumura et al. 2007).

Prikladom spoločného výskumu genetických zdrojov krmovín z dvoch environmentálne odlišných areálov je bilaterálny slovensko-bulharský projekt APPV-SK-BG-2013-0005 „Zber a výskum genetického materiálu krmovín lokálneho pôvodu pre potreby šľachtenia“. Hlavným cieľom projektu je zber semien divo rastúcich ekotypov tráv a d'atelinovín v poloprirodných a prírodných trávnych porastoch na Slovensku a v Bulharsku. V príspevku prezentujeme výsledky zberovej expedície SKBG v Slovenskej republike, ktorá sa uskutočnila 5. – 12. septembra 2017.

MATERIÁL A METÓDY

V rámci expedície SKBG sme sa zamerali na zber ekotypov tráv a d'atelinovín, ktoré patria k základným a najviac využívaným druhom pri zlepšovaní produkčnej schopnosti a výživnej hodnoty trávnych porastov resp. pri obnove ich ekologických funkcií. Konkrétne to boli *Dactylis glomerata*, *Festuca arundinacea*, *Festuca rubra*, *Phleum pratense*, *Trifolium hybridum*, *Trifolium pratense* a *Trifolium repens*. Pre zber ekotypov sme vybrali poloprírodné trávne porasty nasledovných 7 lokalít nachádzajúcich sa v rôznych pôdno-klimatických podmienkach stredného Slovenska: Podzámčok (Pliešovská kotlina), Detva Krnné (Zvolenská kotlina), Zbojská (Muránska planina), Chlipavica (Muránska planina), Predná hora (Muránska planina), Martinské hole (Malá Fatra), Donovaly (Veľká Fatra). Na každej lokalite sme zaznamenali zemepisné súradnice a manažment využívania trávneho porastu. Po ukončení zberu boli zozbierané populácie genetických zdrojov tráv a d'atelinovín rozdelené medzi zástupcov Slovenskej a Bulharskej republiky.

Lokalita Podzámčok sa nachádza na území Pliešovskej kotliny. Poloprírodný trávny porast v tejto lokalite bola vlhkomilná kosená lúka. Z hľadiska druhového zloženia a klasifikácie trávneho porastu podľa katalógu biotopov Slovenska sme ho charakterizovali ako biotop Lk7 psiarková aluviálnu lúka zväzu *Alopecurion pratensis* Passarge 1964. Vlhkomilný lúčny porast charakterizovaný ako biotop Lk7 sa nachádzal aj na lokalite Detva Krnné v Zvolenskej kotline. Na Muránskej planine sme zbierali populácie tráv a d'atelinovín na nekosených lúkach a trávnom poraste spásaného hovädzím dobytkom. Lokality Martinské hole a Donovaly sa nachádzajú v chladnej klimatickej oblasti. Pre obidve lokality je charakteristický výskyt biotopu Lk2 horské kosné lúky.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Počas expedície SKBG sme zozbierali 23 populácií tráv a d'atelinovín (tabuľka 1). 90 % z týchto populácií pochádzalo z lúčnych ekotypov, zatiaľ čo len 2 populácie (*Phleum pratense*, *Festuca rubra*) pochádzajú z pasienku z lokality Zbojská. Ekotypy druhov *Dactylis glomerata*, *Phleum pratense* a *Trifolium pratense* sa vyskytovali na každom type poloprírodného trávneho porastu (vlhkomilná lúka, horská nekosená lúka, pasienok). Naopak druh *Festuca arundinacea* sme evidovali len na vlhkomilnej kosenej lúke biotopu Lk7 v nadmorskej výške 358 m n. m. v lokalite Podzámčok. Podobne aj druh *Trifolium hybridum* sa vyskytoval na vlhkomilných lúčnych biotopoch Lk7 v lokalite Podzámčok a Detva Krnné.

Ekotypy *Dactylis glomerata*, a *Phleum pratense* sme evidovali v nadmorskej výške od 329 m n. m. (Detva Krnné) do 1251 m n. m. (Martinské hole). Druhy *Festuca arundinacea* a *Trifolium hybridum* sa vyskytovali v nižších nadmorských výškach (358 m n. m. – Podzámčok, 329 m n. m. – Detva Krnné). Pre ekotypy druhu *Festuca rubra* bol charakteristický výskyt v podhorských a horských oblastiach od 557 m n. m. (Zbojská) do 1251 m n. m. (Martinské hole).

ZÁVER

V rámci zberovej expedície SKBG 5. – 12. september 2017 sme zmonitorovali 7 lokalít stredného Slovenska. Zozbierané populácie krmných tráv a d'atelinovín boli rozdelené medzi obidve strany participujúcich na bilaterálnom projekte a následne budú slúžiť na ďalší výskum.

Pod'akovanie: Príspevok bol podporený z bilaterálneho projektu APVV SK-BG-2013-0005 „Zber a výskum genetického materiálu krmovín lokálneho pôvodu pre potreby šľachtenia“.

LITERATÚRA

BATELLO, C., BRINKMAN, R., MANNETJE, L., MARTINEZ, A., SUTTIE, J. 2008: *Plant Genetic Resources of Forage Crops, Pasture and Rangelands*. Thematic background study. FAO report. 63s.

OKUMURA, K., HAYASHI, T., GUTEVA, Y., MIHOVSKY, TS. 2007: Collaborative exploration and collection of forage legume genetic resources in the mountainous areas of Bulgaria in 2006. *Breeding Science*, vol.23, p. 25-135.

RAMIREZ-VILLEGAS, J., JARVIS, A., HANSON, J., LEIBING, C., AND FUJISAKA, S. 2012: Crop and Forage Genetic Resources: International Interdependence in the Face of Climate Change. In: Halewood, M., López Noriega, I, Louafi, S. (Eds.) *Crop Genetic Resources as a Global Commons: Challenges in international law and governance*. Routledge, Taylor and Francis Group, London and New York. ISBN: 978-0-84407-893-6.

Tabuľka 1. Zoznam zozbieraných populácií počas zberovej expedície SKBG Slovenská republika 2017

Akronym, poradové číslo	Latinský názov	Lokalita	Nadmorská výška	Popis zberovej lokality
SKBG-1	<i>Festuca arundinacea</i>	Podzámčok	358	vlhkomilná kosená lúka
SKBG-2	<i>Dactylis glomerata</i>			
SKBG-3	<i>Phleum pratense</i>			
SKBG-4	<i>Trifolium pratense</i>			
SKBG-5	<i>Trifolium repens</i>			
SKBG-6	<i>Trifolium hybridum</i>			
SKBG-7	<i>Trifolium hybridum</i>	Detva, Krné	329	vlhkomilná kosená lúka
SKBG-8	<i>Trifolium repens</i>			
SKBG-9	<i>Trifolium pratense</i>			
SKBG-10	<i>Dactylis glomerata</i>			
SKBG-11	<i>Phleum pratense</i>	Zbojská, Muránska planina	369	pasienok, spásaný HD
SKBG-12	<i>Festuca rubra</i>		557	
SKBG-13	<i>Phleum pratense</i>	Chlipavica, Muránska planina	847	nekosená lúka
SKBG-14	<i>Dactylis glomerata</i>			
SKBG-15	<i>Trifolium pratense</i>			
SKBG-16	<i>Trifolium repens</i>			
SKBG-17	<i>Trifolium pratense</i>	Predná hora, Muránska planina	993	kosený trávnik v areáli kaštieľa
SKBG-18	<i>Festuca rubra</i>	Martinské Hole	1251	nekosená lúka
SKBG-19	<i>Dactylis glomerata</i>			
SKBG-20	<i>Phleum pratense</i>			
BGSK-21	<i>Trifolium pratense</i>			
BGSK-22	<i>Dactylis glomerata</i>	Donovaly	1000	okraj lúky
BGSK-23	<i>Phleum pratense</i>			

Adresa autora (autorov):

Ing. Miriam Kizeková, PhD, Ing. Janka Martincová, PhD., Ing. Mariana Jančová, PhD., Ing. Jozef Čunderlík, PhD., Ing. Zuzana Dugátová, Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva, Mládežnícka 36, 974 21 Banská Bystrica, kizekova@vutphp.sk, martincova@vutphp.sk, jancova@vutphp.sk, cunderlik@vutphp.sk, dugatova@vutphp.sk

Prof. Dr. Tsvetoslav Mihovsky, PhD., Ing. Tatyana Bozhanska, Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, Troyan, 281, Vasil Levski Str., Troyan 5600, Bulgaria, mihovsky@mail.bg

TRVALÉ TRÁVNE PORASTY Z POHLADU IPCC 2006 GUIDELINES**Permanent grassland from view of IPCC 2006 Guidelines**

ŠTEFAN POLLÁK¹ – MARIANA JANČOVÁ¹ – NORBERT BRITAŇÁK² – JANKA SZEMESOVÁ³ – JOZEF ČUNDERLÍK¹

¹ Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva Banská Bystrica - ² Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva Banská Bystrica – Regionálne výskumné pracovisko Liptovský Hrádok - ³ Slovenský hydrometeorologický ústav Bratislava

Carbon as a pollutant and its compounds (CO₂, CH₄ and aromatic compounds) have begun to increase their concentration in the atmosphere since the start of the Industrial Revolution and the growth of the human population. At present, they are a serious problem. CO₂ has become a benchmark for the influence and warming effect of other pollutants in the atmosphere. Production tracking and carbon cycle (CO₂) is important in understanding the dynamics of processes directly affecting human activities. Monitoring of processes which lead to carbon capture, fixation and sequestration can set reasonable limits for the sustainable development of human society, also in terms of serious challenges such as climate change and global warming. Permanent grassland is one of the few parts of the landscape that can actively bind carbon. A management of permanent grassland and their healthy vital functions can become a powerful tool for binding carbon and thereby reducing Slovakia's overall balance of emissions. The study was conducted on an in-depth analysis of reported greenhouse gas emissions data from permanent grasslands of the Slovak Republic according to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

Key words: grassland, emission, IPCC 2006 Guidelines, death organic matters, gains kt C, losses kt C, grassland to forestland

ÚVOD

Trvalé trávne porasty sú jedinečné komplexy ekosystémov, ktoré zaberajú široké spektrum rôznorodých štruktúr v geografickom priestore a sú charakteristické pestrými ekologickými nárokmi. Svojimi funkciami sa významnou mierou podieľajú na stabilite a biologickej diverzite územia a slúžia aj ako stabilizujúci prvok kultúrnej krajiny. Ich význam z hľadiska absorpcie emisií je značný, aj keď doposiaľ nie exaktne stanovený. Slovenská republika ako členský štát OSN sa prihlásila k rámcovému dohovoru OSN o zmene klímy (UNFCCC) a zaviazala sa okrem iného monitorovať a reportovať každoročne emisie skleníkových plynov produkované v rôznych sektoroch v rámci SR. Za reportovanie plnenia záväzkov slovenskej strany je zodpovedné MŽP SR a jeho odborná inštitúcia SHMÚ. Agenda UNFCCC sa oproti začiatkom prepracovala do hĺbky a v súčasnosti sa všetci signatári riadia novou metodikou vypracovanou Medzivládny panelom pre zmenu klímy (IPCC): 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories a schválenou stranami UNFCCC. Slovenská republika je signatárom Kjótskemu protokolu a dodatku z Dauhy ku Kjótskemu protokolu a súčasne ako člen Európskej únie je viazaná Európskou legislatívou, a to konkrétne „Rozhodnutím Európskeho parlamentu a Rady EÚ č. 529/2013 o pravidlách započítavania a akčných plánoch pre emisie a absorpcie skleníkových plynov vyplývajúce z činností súvisiacich s využitím pôdy, so zmenami vo využívaní pôdy a lesným hospodárstvom“, na základe ktorého je Slovenská republika povinná evidovať a reportovať emisie z poľnohospodárskej výroby. Cieľom práce bolo zhodnotiť trvalé trávne porasty z pohľadu zmien zásob C v rokoch 1990-2016.

MATERIÁL A METÓDY

Metodika IPCC 2006 GL umožňuje reportovať emisie na rôznych hladinách citlivosti. Prístup na hladine (tier) 1 až 4. Tier 1 je konzervatívny prístup daný štandardnými parametrami, predpokladajúci, že nedošlo k žiadnym zmenám v typoch využívania krajiny, alebo intenzite hospodárenia a množstvo biomasy je ustálené. Emisie CO₂ sú považované za nevýznamné bez zmeny

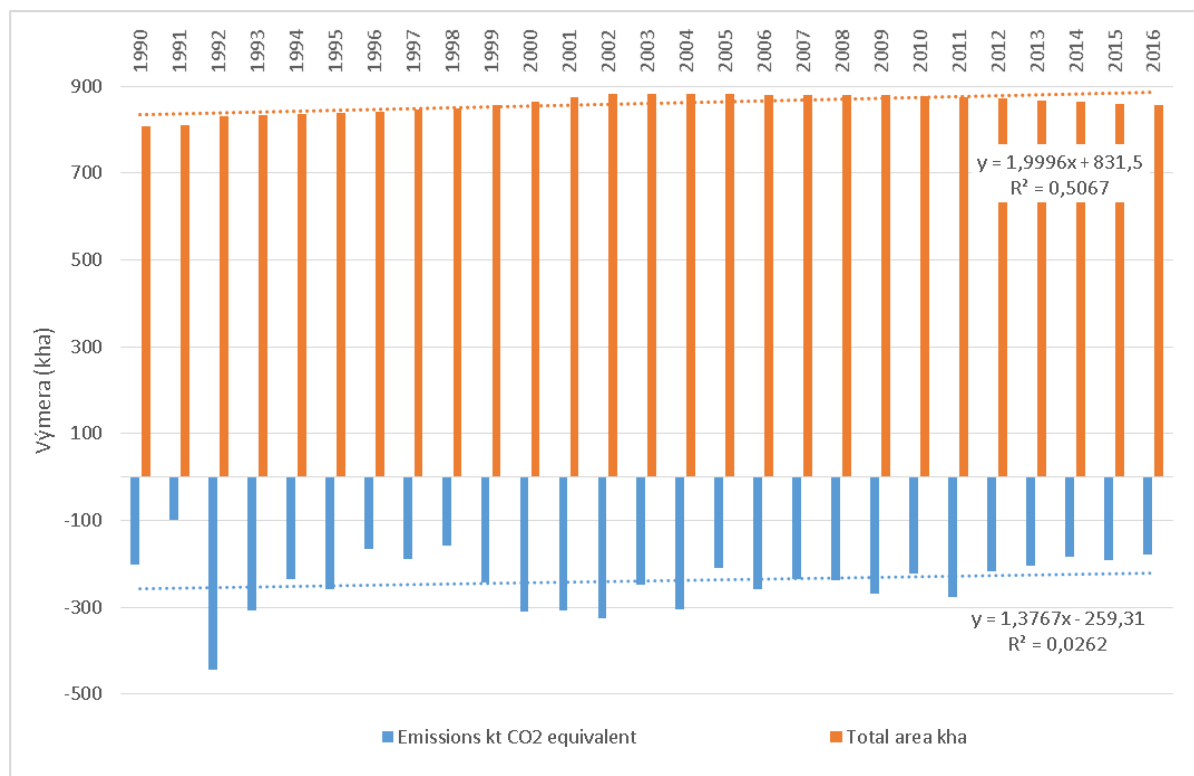
v DOM (mŕtva organická hmota) a uhlík je v pôde viazaný. TTP sa nevápnia a nedochádza k ich vypaľovaniu. Pri biomase TTP boli pre zásoby uhlíka po predchádzajúcej konverzii použité východiskové hodnoty 4,7 t C/ha pri nadzemnej aj podzemnej biomase (IPCC 2006 GL). Výpočet zmien obsahu uhlíka v pôde bol založený na údajoch inventarizácie pôdy z 20 ročného obdobia. Zásoby pôdneho uhlíka boli vypočítané pre hĺbku 30 cm pre každú kategóriu využitia pôdy. V SR boli pre výpočet metodikou stanovené konverzné koeficienty:

- lesná krajina (FL) premenená na trávne porasty (GL) -0,704 t C / ha
- poľnohospodárska pôda (CL) premenená na trávne porasty (GL) +0,742 t C / ha
- ostatná krajina (OL) premenená na trávne porasty (GL) +1,055 t C / ha.

Zmena zásob pôdneho uhlíka bola vypočítaná ako súčet ročných zmien zásob uhlíka pre každú kategóriu využitia územia v spojení s typom krajiny premeneným na trávne porasty.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

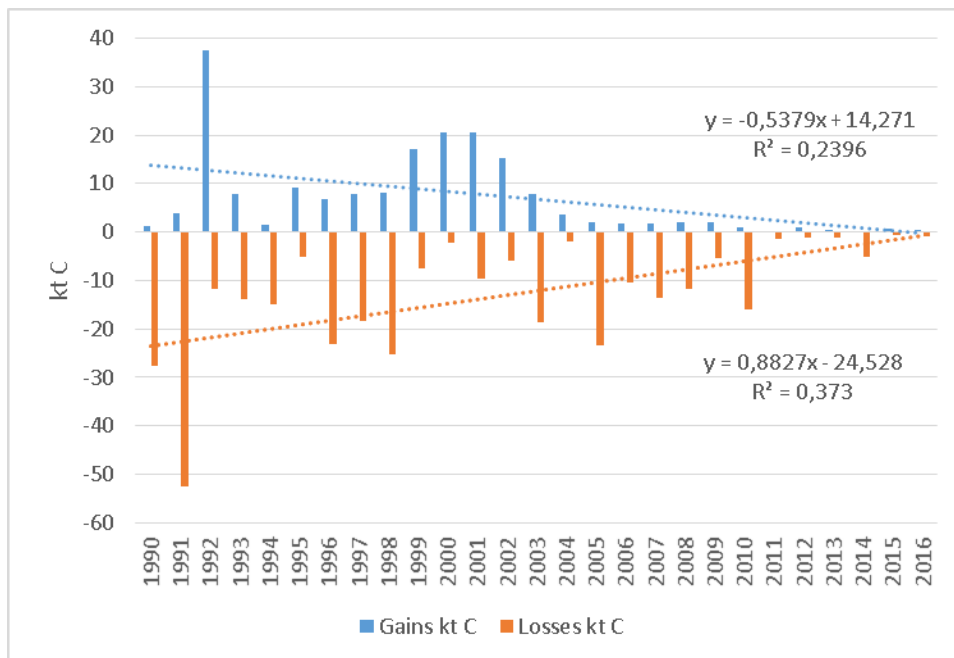
Postupnosť zmien v charaktere a využívaní krajiny dlhodobo eviduje Úrad geodézie, kartografie a katastra Slovenskej republiky, a z ich údajov sa zostavujú základné jedno a dvadsaťročné matice využitia krajiny. Zmenu výmer TTP na Slovensku od roku 1990 do roku 2016 a stanovené emisie podľa metodiky IPCC: 2006 IPCC Guidelines vyjadrené v kt CO₂ ekvivalentov dokumentuje obrázok 1. Vývoj výmer TTP je charakterizovaný lineárnou rovnicou $y = 1,9996x + 831,5$ ($R^2 = 0,5067$; $P < 0,0001$). Táto rovnica poukazuje na dlhodobý výrazný nárast výmery TTP (podľa údajov Úradu geodézie, kartografie a katastra SR). Turbulentné obdobie celospoločenských zmien po roku 1990 sa odrazilo v zmenách výmer aj v záchytoch emisií. Mierne klesajúci trend záchytov CO₂ za dané obdobie je charakterizovaný lineárnou rovnicou $y = 1,3767x - 259,31$ ($R^2 = 0,0262$; $P > 0,4$). Uvedené tak poukazuje na to, že dochádza k znižovaniu záchytov, pričom ich miera sa takmer nemení s nárastom výmery TTP.



Obrázok 1: Skutočný stav výmer TTP v kha na Slovensku a záchyty emisií vyjadrené v kt CO₂ ekvivalentov 1990 - 2016

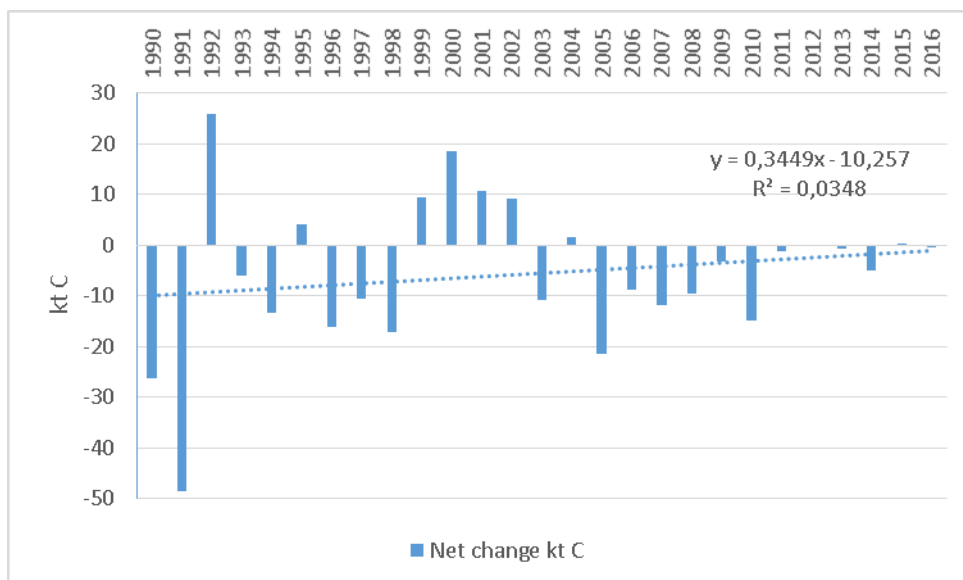
Vykazovanie zmien zásob uhlíka v živej biomase sú dôležité ukazovatele, ktoré sa stanovujú v rámci každoročnej emisnej inventúry (obrázok 2). Na začiatku sledovaného obdobia sa prejavili výrazné zmeny, ktoré sa postupne zmierňovali. Približovanie sa trendových čiar lineárnych rovníc k

nule pripisujeme ustáleniu stavu výmer TTP po nevyrovnanom začiatočnom období, zohľadnením 20 ročných priemerov a súčasne neustálemu znižovaniu intenzity obhospodarovania a hnojenia, ktoré sa odráža aj v klesajúcich hospodárskych úrodách zberanej fytomasy. Prírastky živej biomasy za dané obdobie charakterizuje lineárna rovnica $y = -0,5379x + 14,271$ ($R^2 = 0,2396$; $P = 0,01$) a úbytky živej biomasy rovnica $y = 0,8827x - 24,528$ ($R^2 = 0,3730$; $P = 0,0007$).



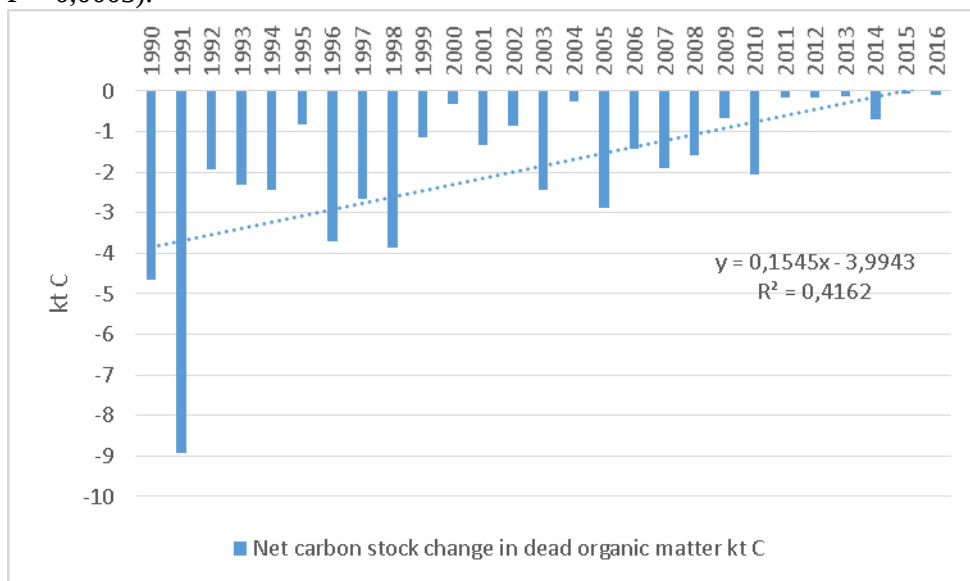
Obrázok 2: Zmena zásob uhlíka (kt C) v živej biomase – porovnanie prírastu a straty uhlíka v rokoch 1990 - 2016

Rozdiel prírastku a straty zásoby C živej biomasy je výsledný parameter čistej zmeny zásob uhlíka v živej biomase TTP (obrázok 3). Prejavuje sa v ňom podobný klesajúci trend zmien zásob uhlíka, čo môžeme pripísať znižovaniu intenzity obhospodarovania TTP, znižovaniu vstupov až približovaniu sa vyrovnanému stavu blízkeho prírodným lúčnym spoločenstvám. Za dané obdobie je výsledok zmien charakterizovaný rovnicou $y = 0,3449x - 10,257$ ($R^2 = 0,0348$; $P > 0,3$).



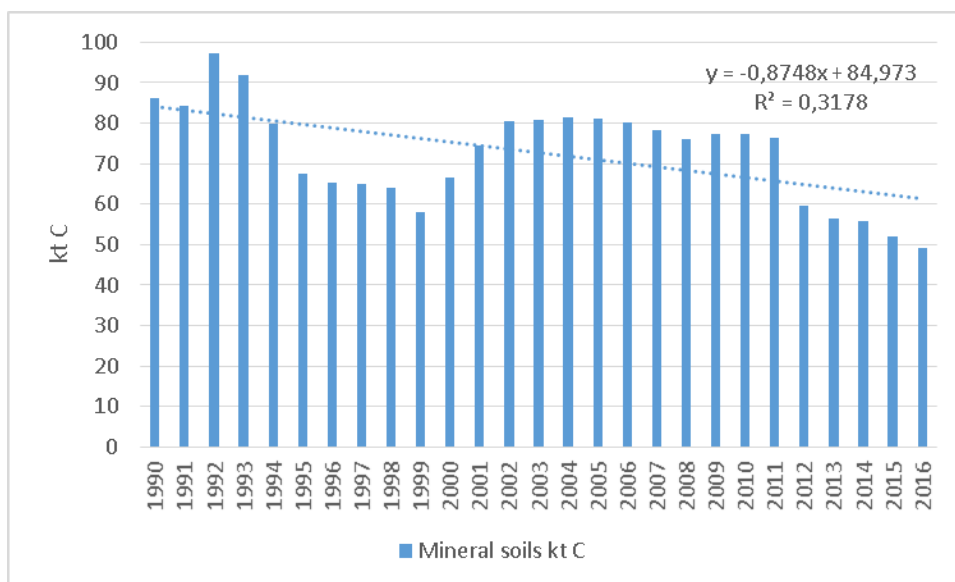
Obrázok 3: Celková zmena zásob uhlíka v živej biomase (kt C) v rokoch 1990 - 2016

Podobný trend sme zaznamenali aj pri zmenách zásob uhlíka v mŕtvvej biomase, čo indikuje zníženú produkčnú schopnosť a zhoršovanie vitálneho stavu TTP (obrázok 4). Zmeny zásob uhlíka v mŕtvvej biomase za dané obdobie sú vyjadrené lineárnou rovnicou $y = 0,1545x - 3,9943$ ($R^2 = 0,4162$; $P = 0,0003$).



Obrázok 4: Zmena zásob uhlíka v mŕtvvej biomase (kt C) v rokoch 1990 - 2016

Znižovanie produkčných parametrov a zhoršovanie celkového stavu TTP sa prejavuje aj dlhodobým poklesom zásob uhlíka v pôde, konkrétne v minerálnych pôdach (obrázok 5). Úbytky zásob uhlíka v pôde za dané obdobie sú charakterizované rovnicou $y = -0,8748x + 84,973$ ($R^2 = 0,3178$; $P = 0,002$).

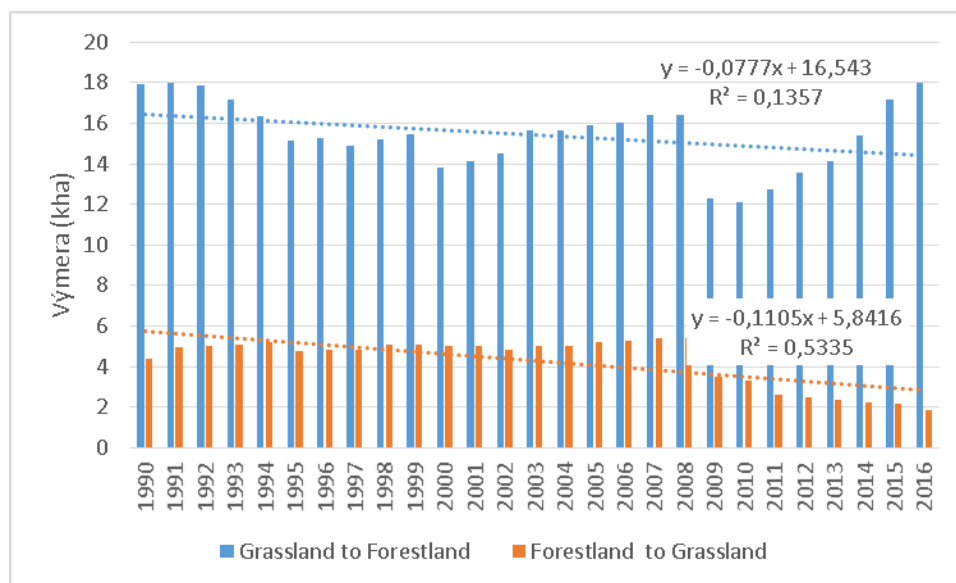


Obrázok 5: Zmena zásob uhlíka v kt C v minerálnych pôdach v rokoch 1990 - 2016

Pre korektné výpočty využitia krajiny (LUM), podľa metodiky vypracovanej Medzivládny panelom pre zmenu klímy (IPCC): 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories a schválenou stranami UNFCCC sú potrebné 20 ročné a 1 ročné prevody využitia krajiny. Jedná sa o prevody výmer v hektároch medzi jednotlivými sektormi využitia krajiny (lesníctvo, orná pôda, lúky, rašeliniská, ostatná pôda, sídla).

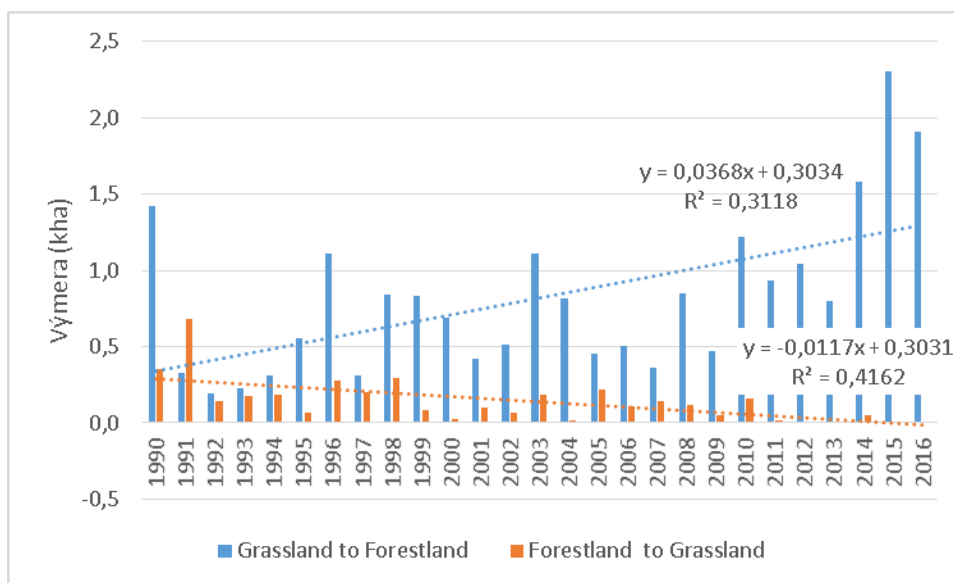
Z dvadsaťročných zmien využitia krajiny vyplýva, že v roku 2016 bola výmera trvalých trávnych porastov 786 007 ha vzhľadom k referenčnému roku 1996. Prevod z trvalých trávnych

porastov (GL) do lesnej krajiny (FL) bol za 20 ročné obdobie 17 966 ha a prevod z lesnej krajiny (FL) do trvalých trávnych porastov (GL) bol 1 872 ha. Prevod TTP do lesného fondu bol v dvadsať ročnom období 9,6 krát väčší ako opačný proces. Dynamiku dvadsaťročných zmien prevodu z a do FL a GL od roku 1990 do roku 2016 uvádza obrázok 6. Grafické znázornenie dokumentuje postupnú degradáciu TTP, ktorá vychádza zo znižovania intenzity využívania TP, zanedbávania obhospodarovania, opúšťania plôch až straty výmer TTP v prospech lesného pôdneho fondu hlavne po roku 1990. Prevod výmer lúk a pasienkov do lesov charakterizuje lineárna rovnica $y = -0,0777x + 16,543$ ($R^2 = 0,1357$; $P = 0,06$). Opačný prevod, z lesov do TTP je vyjadrený rovnicou $y = -0,1105x + 5,8416$ ($R^2 = 0,5335$; $P < 0,0001$), intenzita tohto procesu, je preukazne nižšia oproti zalesňovaniu plôch TTP.



Obrázok 6: Znázornenie 20-ročných prevodov medzi kategóriami využitia krajiny (LUM) 1990 - 2016

Jednoročné zmeny využitia krajiny v roku 2016 vychádzajú z výmery 855 688 ha TTP. Prevod z trvalých trávnych porastov (GL) do lesnej krajiny (FL) bol 1 908 ha a prevod z lesnej krajiny (FL) do trvalých trávnych porastov (GL) bol 7 ha. Z toho vyplýva, že prevod TTP do lesného fondu bol v danom roku 272 krát väčší ako opačný proces. Dynamiku jednoročných zmien prevodov kategórií FL a GL od roku 1990 do roku 2016 uvádza obrázok 7. Grafické znázornenie opätovne dokumentuje kritický stav až degradáciu výmer TTP v prospech lesného pôdneho fondu. Prevod pôvodne lúk a pasienkov do lesov (Grassland to Forest) charakterizuje lineárna rovnica $y = 0,0368x + 0,3034$ ($R^2 = 0,3118$; $P = 0,0025$). Opačný prevod, z lesov do TTP (Forest to Grassland) charakterizuje lineárna rovnica $y = -0,0117x + 0,3031$ ($P = 0,0003$).



Obrázok 7: Znáznornenie jednoročných prevodov medzi kategóriami využitia krajiny (LUM) 1990 - 2016

ZÁVER

V posledných rokoch zaznamenávame v SR postupné znižovanie výmer TTP ako aj ich hospodárskych úrod a súčasne mierne klesajúci trend záchyty CO_2 . Vykazovanie zmien zásob uhlíka v živej biomase a mŕtvej biomase má klesajúci trend. Zaznamenané výsledky potvrdzujú postupné opúšťanie, znižovanie intenzity využitia až stratu výmer TTP v prospech lesného pôdneho fondu hlavne po roku 1990. Znižovanie produkčných parametrov a zhoršovanie celkového stavu TTP sa prejavuje aj dlhodobým poklesom zásob uhlíka v pôde, čo je negatívny jav.

V decembri 2015 bola schválená Parížska dohoda, ktorú podpísal aj prezident Slovenskej republiky 22. apríla 2016 v New Yorku a jedným zo záväzkov bude aj dosiahnutie uhlíkovej neutrality v roku 2050, kde môžu hlavne záchyty z nevyužívaných pasienkov a trvalých trávnych porastov hrať rozhodujúcu úlohu. Spresnené a odsúhlasené národné emisné správy dávajú rámcový prehľad o stave emisií v SR a sú podkladom pre plánované zvýšenie stavov HD a sebestačnosti SR v poľnohospodárskych komoditách do roku 2020. Taktiež spresňujú množstvo disponibilných obchodovateľných emisných kvót pre ich následnú možnosť zobchodovania na medzinárodnom trhu.

LITERATÚRA

IPCC 2006: 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H. S., Buendia I., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds.), Published: IGES, Japan.

Kjótsky protokol. SAŽP Enviro portal – Informačný portál rezortu MŽP SR [online]. 2004-2017 [cit. 2017-09-11] Dostupné z: <http://enviroportal.sk/dokumenty/medzinarodne-dohovory/dohovor/2>

Rozhodnutie Európskeho parlamentu a Rady č. 529/2013/EÚ z 21. mája 2013 o pravidlách započítavania pre emisie a záchyty skleníkových plynov vyplývajúce z činností súvisiacich s využívaním pôdy, so zmenami vo využívaní pôdy a s lesným hospodárstvom a o informáciách týkajúcich sa opatrení súvisiacich s týmito činnosťami.

Úhrnné hodnoty druhov pozemkov k 31.12.2016. Úrad geodézie, kartografie a katastra Slovenskej republiky, Katastrálny portál. [online]. [cit. 2017-01-01] Dostupné z: <http://www.katasterportal.sk/kapor/uhdpFormInit.do>

RNDr. Štefan Pollák, NPPC – VÚTPHP Banská Bystrica, Mládežnícka 36, 974 21 Banská Bystrica, pollak@vutphp.sk

Ing. Mariana Jančová, PhD., NPPC – VÚTPHP Banská Bystrica, Mládežnícka 36, 974 21 Banská Bystrica, jancova@vutphp.sk

Ing. Norbert Britaňák, PhD., NPPC – VÚTPHP Banská Bystrica – regionálne výskumné pracovisko Liptovský Hrádok, Doktora J. Gašperíka 599/4, 033 01 Liptovský Hrádok, brinor@isternet.sk

Ing. Janka Szemesová, PhD., SHMÚ Bratislava, Jeséniova 17, 833 15 Bratislava, janka.szemesova@shmu.sk

Ing. Jozef Čunderlík, PhD., NPPC – VÚTPHP Banská Bystrica, Mládežnícka 36, 974 21 Banská Bystrica, cunderlik@vutphp.sk

LIEČIVÉ RASTLINY NA SLOVENSKU – ICH PESTOVANIE A VÝZNAM PRE PRAX

Medicinal plants in Slovakia – their cultivation and importance for practice

MIROSLAV HABÁN^{1,2} – MARTA HABÁNOVÁ³ – MILAN MACÁK¹

¹Katedra udržiavateľného poľnohospodárstva a herbológie FAPZ SPU v Nitre - ²Katedra farmakognózie a botaniky, FaF UK v Bratislave - ³Katedra výživy ľudí, FAPZ SPU v Nitre

*The medicinal plants are plant species that can be directly or indirectly applied in human or veterinary medicine or can be used as a raw material for industry. A long-term goal in the production of medicinal plants is the targeted expansion of cultivation areas, with a simultaneous increase in the overall harvest and quality of the raw material suitable for the processing industry (food, pharmaceutical, cosmetic, etc.). The most cultivated medicinal plants in Slovakia in 2016 were milk thistle (*Silybum marianum*), ribwort plantain (*Plantago lanceolata*) and chamomile (*Matricaria recutita*).*

Key words: medicinal plants, cultivation, yield, quality

ÚVOD

Liečivé rastliny sú veľmi rozsiahlou skupinou rastlín s početným druhovým zastúpením. Z údajov IUCN (Medzinárodná únia na ochranu prírody) vyplýva, že z približne 320 000 rastlinných taxónov má 21 000 potenciál liečivosti. Veľký záujem o suroviny z liečivých rastlín nestačí pokrývať ich potrebu zberom divo rastúcich druhov z voľnej prírody. V súčasnosti sa sprísňujú aj podmienky ochrany ohrozených druhov a tak sa získavajú zberom z pestovateľských plôch z kultúrnych agroekologických podmienok. Rozvoj pestovania liečivých rastlín vo svete bol logickým dôsledkom veľkého dopytu po tomto sortimente, pričom pestovania neurčuje pestovateľ, ale trh, resp. spotrebiteľ, preto je nutné poznať aj trhové prostredie pre zabezpečenie odbytu dopestovanej suroviny v pestovateľskej a spracovateľskej praxi.

MATERIÁL A METÓDY

Pre vypracovanie vývoja pestovateľských plôch liečivých rastlín, ich produkcie a ich významu pre prax v Slovenskej republike za obdobie rokov 1997 až 2016 boli použité podkladové údaje vybraných štatistických ukazovateľov: zberové plochy (ha), celková ročná produkcia (t) a priemerná úroda - úrodnosť (t.ha⁻¹) podľa metodického postupu, ktorú pravidelne sumarizuje Štatistický úrad Slovenskej republiky (Rozborilová et al., 2016), prípadne porovnávané s výsledkami výskumnej práce, ktoré uvádzajú Matošková et al. (2009). Súpis plôch osiatych poľnohospodárskymi plodínami k 20. máju 2017 bol zostavený z výsledkov spracovania výkazov Osev 3-01. Údaje o zberových plochách, celkovej ročnej produkcii a priemernej úrode boli získané zo štatistického zisťovania z Ročného výkazu o rastlinnej výrobe. Do spracovania boli zaradené registrované spravodajské jednotky s poľnohospodárskou prvovýrobou v rámci rastlinnej produkcie, ktoré obhospodarujú aspoň 1 ha poľnohospodárskej pôdy alebo 0,1 ha špeciálnych plodín.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Z aktuálneho stavu pestovania liečivých rastlín na Slovensku, vyplýva čiastočný nárast plochy osevu (ha), pestovateľských plôch (ha), produkcie (t) a úrodnosti (t.ha⁻¹). Zo zberu údajov získaných od pestovateľov vyplýva, že najpestovanejšou liečivou rastlinou na Slovensku v rokoch 2013 až 2016 bol pestrec mariánsky (*Silybum marianum* (L.) Gaertn., Asteraceae) poskytujúci ako hlavnú surovinu na výrobu liekov a výživových doplnkov plod pestreca mariánskeho (*Silybi mariani fructus*). Ďalej nasleduje skorocel kopijovitý (*Plantago lanceolata* L., Plantaginaceae) – list skorocelu kopijovitého (*Plantaginis lanceolatae folium*) a rumanček kamilkový (*Matricaria recutita* L., Asteraceae) – kvet rumančeka (*Matricariae flos*) a silica rumančeka (*Matricariae aetheroleum*).

Celková plocha liečivých rastlín, vrátane aromatických v roku 2015 bola 2 800,94 ha, čo predstavovalo 0,2 % z ornej pôdy (1 350 179,72 ha). V porovnaní s rokom 2011, kedy bola plocha

1 369,51 ha (iba 0,096 % z ornej pôdy) dochádza na Slovensku k miernemu nárastu plôch s liečivými rastlinami (Rozborilová, 2015). V roku 2016 bola celková zberová plocha liečivých rastlín (bez aromatických a koreninových rastlín) 2 337,64 ha, s celkovou úrodou 2 558,8 t a priemernou úrodou (úrodnosťou) 1,09 t.ha⁻¹. Najväčšie zberové plochy boli v Prešovskom kraji (971,77 ha), Nitrianskom kraji (519,89 ha) a Trenčianskom kraji (253,64 ha).

Tabuľka 1. Zberové plochy a definitívna úroda liečivých rastlín v rokoch 1997 až 2016 (Zdroj: Štatistický úrad SR)

Rok	Zberová plocha (ha)	Úroda (t)	Úrodnosť (t.ha ⁻¹)
1997	527,37	328,9	0,62
1998	540,55	439,9	0,81
1999	467,44	475,2	1,02
2000	696,56	222,2	0,32
2001	623,64	873,1	1,40
2002	601,65	989,9	1,65
2003	851,85	821,4	0,96
2004	531,07	1 380,2	2,60
2005	467,13	696,8	1,49
2006	553,61	475,6	0,86
2007	789,49	1 875,7	2,38
2008	740,39	1 200,2	1,65
2009	497,78	1 437,8	2,89
2010	741,91	730,3	0,98
2011	947,58	3 769,3	3,98
2012	1 323,68	5 303,2	4,01
2013	1 786,05	2 177,8	1,22
2014	2 191,07	7 189,7	3,28
2015	2 588,83	3 679,9	1,42
2016	2 337,54	2 558,8	1,09

V rôznych agroekologických podmienkach a pestovateľských oblastiach sa na ornej pôde pestuje nechtík lekársky (*Calendula officinalis* L., Asteraceae), pre produkciu suroviny kvet nechtíka (*Calendulae flos*), medovka lekárska (*Melissa officinalis* L., Lamiaceae) – list medovky (*Melissae folium*), resp. vňať medovky (*Melissae herba*), mäta pieporná (*Mentha x piperita* L., Lamiaceae) – list mäty piepornej (*Menthae piperitae folium*), šalvia lekárska (*Salvia officinalis* L., Lamiaceae) – list šalvie lekárskej (*Salviae officinalis folium*), resp. vňať šalvie lekárskej (*Salviae officinalis herba*) a levandul'a úzkolistá (*Lavandula angustifolia* Mill., Lamiaceae) – kvet levandule (*Lavandulae flos*). Z drevín s liečivými účinkami sú najviac pestované rakytník rešetliakovitý (*Hippophaë rhamnoides* L., Elaeagnaceae) – plod rakytníka (*Hippophaë rhamnoides fructus*) a baza čierna (*Sambucus nigra* L., Caprifoliaceae) – kvet bazy čiernej (*Sambuci flos*) a plod bazy čiernej (*Sambuci fructus*) a i.

Na menších plochách sa pestujú hlavne echinacea purpurová (*Echinacea purpurea* /L./ Moench., Asteraceae) – vňať echinacey purpurovej (*Echinaceae purpureae herba*), dúška tymianová (*Thymus vulgaris* L., Lamiaceae) – vňať tymianu (*Thymi herba*), repík voňavý (*Agrimonia procera* Wallr., Rosaceae) – vňať repíka (*Agrimoniae herba*), ľubovník bodkovaný (*Hypericum perforatum* L., Hypericaceae) – vňať ľubovníka (*Hyperici herba*), rebríček kopcový (*Achillea collina* Becker ex Rchb., Asteraceae) – vňať rebríčka (*Millefolii herba*), jastrabina lekárska (*Galega officinalis* L., Fabaceae) – vňať jastrabiny (*Galegae herba*), slez maurský (*Malva mauritiana* L., Malvaceae) – kvet slezu maurského (*Malvae flos*), divozel veľkokvetý (*Verbascum densiflorum* Bertol., Scrophulariaceae) – kvet divozelu (*Verbasci flos*) a i.

Zo zberu údajov získaných od pestovateľov vyplýva, že najpestovanejšími liečivými rastlinami na Slovensku v rokoch 2013 až 2016 boli pestrec mariánsky (*Silybum marianum* (L.) Gaertn., Asteraceae), skorocel kopijovitý (*Plantago lanceolata* L., Plantaginaceae) a rumanček

kamilkový (*Matricaria recutita* L., Asteraceae). V medziročnom náraste pestovateľských plôch napreduje levanduľa úzkolistá (*Lavandula angustifolia* Mill., Lamiaceae).

ZÁVER

Najväčšia zberová plocha liečivých rastlín v období rokov 1997 až 2016 bola zaznamenaná v roku 2015, kedy boli liečivé rastliny vysiate, resp. vysadené na celkovej výmere 2 649,58 a pozberané z 2 588,83 ha. Najvyššia celková úroda liečivých rastlín 7 189,7 t suchej drogy bola dosiahnutá v roku 2014 s historicky tretou najvyššou priemernou hektárovou úrodou 3,28 t.ha⁻¹.

Na základe aktuálneho stavu pestovania liečivých rastlín na Slovensku s cieľom rozšírenia pestovateľských plôch v agroekologických podmienkach je nutné v pestovateľskej praxi:

- aktualizovať Zásady správnej poľnohospodárskej a zberovej praxe pre liečivé rastliny a vytvoriť priestor pre precíznejšiu kontrolu ich dodržiavania,
- inovovať metodiky pestovania v nadväznosti na legislatívne, potravinárske a liekopisné požiadavky,
- rozšíriť pestovateľské plochy s dôrazom na ekologické poľnohospodárstvo,
- zintenzívniť celoročné poradenstvo a servis pre všetkých záujemcov o liečivé rastliny organizovaním pravidelných seminárov (jeseň - zima) a poľných dní (jar - leto) v spolupráci s Ministerstvom pôdohospodárstva a rozvoja vidieka SR, s úspešnými pestovateľmi, spracovateľmi, univerzitami a vedeckovýskumnou základňou.

Dlhodobým cieľom v produkcii liečivých rastlín je cielené rozšírenie pestovateľských plôch so súčasným zvýšením celkovej úrody a kvality suroviny vhodnej pre spracovateľský priemysel (potravinársky, farmaceutický, kozmetický a i.).

LITERATÚRA

MATOŠKOVÁ, D., BORECKÁ, S., BURIANOVÁ, V., JAMBOROVÁ, M., GÁLIK, J., MASÁR, I., MERAVÁ, E., ŠAJBIDOROVÁ, V., TIBENSKÁ, H. 2009: Slovenský trh potravín, poľnohospodárskych a nepotravinárskych produktov a perspektívy jeho špecifickej ponuky. Bratislava : VÚEPP, 126 s. ISBN 978-80-8058-496-2

ROZBORILOVÁ, E. 2016: Definitívne údaje o úrode poľnohospodárskych plodín a zeleniny v SR za rok 2016. Bratislava : ŠÚ SR, 24 s. ISBN 978-80-8121-579-7

ROZBORILOVÁ, E. 2015: Súpis plôch osiatych poľnohospodárskymi plodinami k 20. 5. 2015. Bratislava : ŠÚ SR, 39 s. ISBN 978-80-8121-400-4

Adresa autorov:

doc. Ing. Miroslav Habán, PhD., ¹SPU v Nitre, FAPZ KUPH, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, miroslav.haban@uniag.sk, ²UK v Bratislave, FaF KFaB, Odbojárov 10, 832 32 Bratislava, haban@fpharm.uniba.sk

doc. Ing. Marta Habánová, PhD., ¹SPU v Nitre, FAPZ KVL, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, marta.habanova@uniag.sk,

doc. Dr. Ing. Milan Macák, SPU v Nitre, FAPZ KUPH, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, milan.macak@uniag.sk

EKONOMIKA PESTOVANIA LÁSKAVCA (*Amaranthus sp. L.*) NA SEMENO Economy of amaranth (*Amaranthus sp. L.*) cultivation for seed

JANA JAKUBOVÁ¹ – LADISLAV KOVÁČ¹ – DANA KOTOROVÁ¹ – JÁN HECL¹

¹Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav agroekológie Michalovce

Between 2013 and 2015 the field treatments with amaranth were carried out on heavy soils in Experimental workplace Milhostov. Two tillage technologies, namely conventional and minimize tillage, and two fertilization levels, namely control without fertilizers and variant with PRP SOL conditioner, were studied. In 2013, the highest production was ascertained at conventional tillage with PRP SOL conditioner and that's 1 165.60 € ha⁻¹ and gain was 567.54 € ha⁻¹. Despite of lower production per hectare, the reduce tillage variant without fertilization was more gain and that's 655.76 € ha⁻¹ and profitability per hectare was 178.56 %. In 2014, higher production was determined under conventional variants, but higher profit was reached for variants under reduce tillage. Application of PRP SOL conditioner the yields increased under both tillage technologies. More profitable were variants without applied conditioner. The most profitable was variant under reduce soil tillage and that was 589.92 € ha⁻¹. In 2015 the yields were significantly lower compared to year 2014. The total production for no-fertilized variants in 2015 was lower by more than 200 € ha⁻¹. More profitable were variants with PRP SOL and gain under both tillage technologies was higher than 390 € ha⁻¹.

Key words: economic analysis, amaranth, soil conditioner, soil tillage

ÚVOD

Amarant patrí na Slovensku k málo preskúmaným teplomilným plodinám. Podľa Pospíšila (2011) možno láskavec na semeno na Slovensku pestovať v kukuričnej a repnej oblasti na ľahších a stredných pôdach. Janovská (2011) považuje amaranť za plodinu, ktorá nie je náročná na pestovanie a vstupy a preto je vhodný na pestovanie aj v podmienkach českej republiky. Ako uvádzajú Pospíšil, Húska (2011) amaranť je nenáročný na pestovateľské podmienky, dôležitá je však kvalitná predsejbová príprava pôdy a potláčanie burín až do dňa sejby. Amaranť je podľa Janovskej (2014) veľmi dobre využiteľný v potravinárskom priemysle a pri bezlepkovej diéte.

Cieľom príspevku bolo analyzovať ekonomiku pestovania amarantu na semeno pri dvoch spôsoboch obrábania a výživy.

MATERIÁL A METÓDA

Pokus s amarantom bol založený v roku 2013 v poľnom stacionárnom pokuse v Milhostove s pevným osevným postupom plodín. Pôdy sú tu ťažké fluvizeme glejové. Sú charakterizované ako ťažké, ílovito-hlinité pôdy s priemerným obsahom ílovitých častíc vyšším ako 53 %. Pokus sa založil pri dvoch úrovniach obrábania pôdy: KA – konvenčná agrotechnika, RA – redukovaná agrotechnika a dvoch úrovniach výživy: kontrola a aplikácia pôdneho kondicionéra PRP SOL. Aplikácia pôdneho kondicionéra vyplývala z potreby zlepšenia nepriaznivých pôdných vlastností ťažkých ílovitých pôd a vytvorenia pôdneho prostredia s pozitívnym vplyvom na pôdnu úrodnosť, štruktúru pôdy, hospodárenie s vodou a zlepšenie transportu živín.

Pri konvenčnom obrábaní pôdy sa po zbere predplodiny urobila podmietačka, potom stredná orba a predsejbová príprava radličkovým kypričom a sialo sa sejačkou Great Plains. Pri redukovanom variante sa po zbere predplodiny urobila podmietačka radličkovým podmietačom a pred sejbou sa pôda pripravila radličkovým kypričom. V rámci obrábaní pôdy boli dva varianty hnojenia. Pri kontrolnom variante sa neaplikovali žiadne hnojivá ani kondicionéry. Na PRP SOL variante bolo pri predsejbovej príprave aplikovaných 200 kg.ha⁻¹ kondicionéru PRP SOL. V rámci riešenia tejto problematiky sa porovnával vplyv aplikácie kondicionéra na výslednú úrodu a na pôdne charakteristiky, ale vzhľadom na to že tento príspevok je orientovaný na ekonomiku, tak sa v ňom zaoberáme len vplyvom kondicionéra na úrodu.

Na hodnotenie nákladov strojových súprav a pracovných operácií sa využili normatívy podľa Kavku (2006) a podľa Abrahama et al. (2007) prepočítané do podmienok ťažkých pôd Východoslovenskej nížiny. Celková produkcia bola vypočítaná na základe skutočne realizovanej produkcie a dohodnutej zmluvnej ceny.

Ekonomická efektívnosť pestovateľských technológií bola hodnotená podľa metodiky (Poláčková et al. 2010).

Výpočet ekonomickej efektívnosti:

$$\text{produkcia } [\text{€} \cdot \text{ha}^{-1}] = \text{úroda } [\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}] \times \text{realizačná cena } [\text{€} \cdot \text{t}^{-1}]$$

$$\text{zisk/strata } [\text{€} \cdot \text{ha}^{-1}] = \text{produkcia } [\text{€} \cdot \text{ha}^{-1}] - \text{náklady } [\text{€} \cdot \text{ha}^{-1}]$$

$$\text{zisk/strata } [\text{€} \cdot \text{t}^{-1}] = \text{realizačná cena } [\text{€} \cdot \text{t}^{-1}] - \text{náklady } [\text{€} \cdot \text{t}^{-1}]$$

$$\text{miera rentability na ha (v \%)} = [\text{zisk/strata (v } \text{€} \cdot \text{ha}^{-1}) : \text{náklady (v } \text{€} \cdot \text{ha}^{-1})] \times 100$$

$$\text{výnosový prah pre nulovú rentabilitu } [\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}] = \text{náklady } [\text{€} \cdot \text{ha}^{-1}] : \text{realizačná cena } [\text{€} \cdot \text{t}^{-1}]$$

VÝSLEDKY A DISKUSIA

V pokuse bol amarant zakladaný pri dvoch technológiách obrábania pôdy. V rámci technológií boli dva varianty výživy. Prvý variant bol bez hnojenia a na druhý sa aplikoval pôdny kondicionér PRP SOL. Ekonomická efektívnosť jednotlivých variantov pokusu v roku 2013 je uvedená v tabuľke 1. Materiálové náklady boli vyššie na variante s aplikáciou PRP SOL, čo súvisí s nákladmi na nákup pôdneho kondicionéra. Na variante s PRP SOL boli aj vyššie náklady na mechanizované práce, ktoré majú súvis s aplikáciou kondicionéra. Pri konvenčnom obrábaní pôdy s aplikáciou PRP SOL boli celkové náklady na úrovni takmer 598 €·ha⁻¹. Pri redukovanom obrábaní pôdy s aplikáciou PRP SOL sa náklady znížili takmer o 80 €·ha⁻¹. Najnižšie náklady boli pri redukovanej agrotechnike bez hnojenia a to vo výške 367,24 €·ha⁻¹. Aplikáciou PRP SOL sa pri konvenčnej agrotechnike zvýšili úrody o 0,27 t·ha⁻¹ a pri redukovanej o 0,14 t·ha⁻¹.

Realizačná cena amarantu sa v roku 2013 pohybovala na úrovni 620 €·t⁻¹. Pri tejto cene sa najvyššia produkcia dosiahla na konvenčnej agrotechnike pri aplikácii PRP SOL, a to vo výške 1165,60 €·ha⁻¹. Na tomto variante sa dosiahol zisk 567,54 €·ha⁻¹. Napriek nižšej produkcii z hektára bol ziskovejší variant s redukovanou agrotechnikou bez hnojenia a to vo výške 655,76 €·ha⁻¹. Hektárová rentabilita tohto variantu bola 178,56 %. Tento variant by bol ziskový už pri dosiahnutí úrody presahujúcej 0,59 t·ha⁻¹.

Tabuľka 1. Ekonomika pestovania amarantu v roku 2013

Ukazovateľ	Jednotka	2013			
		KA	RA	KA	RA
		kontrola		PRP	
Materiálové náklady	[€·ha ⁻¹]	125,90	147,65	269,90	291,65
Náklady na mechanizované práce	[€·ha ⁻¹]	202,41	128,72	208,74	135,05
Variabilné náklady spolu	[€·ha⁻¹]	328,31	276,37	478,64	426,70
Fixné náklady	[€·ha ⁻¹]	115,22	90,87	119,42	95,07
Celkové náklady	[€·ha⁻¹]	443,53	367,24	598,06	521,77
Úroda	[t·ha ⁻¹]	1,61	1,65	1,88	1,79
Cena za jednotku	[€·t ⁻¹]	620	620	620	620
Celková produkcia	[€·ha ⁻¹]	998,20	1023,00	1165,60	1109,80
Výsledok hospodárenia na ha	[€·ha⁻¹]	554,67	655,76	567,54	588,03
Rentabilita na ha	[%]	125,06	178,56	94,90	112,70
Výnosový prah pre nulovú rentabilitu	[t·ha ⁻¹]	0,72	0,59	0,96	0,84

Legenda: KA – konvenčná agrotechnika, RA – redukovaná agrotechnika

V roku 2014 sa náklady oproti roku 2013 výrazne nemenili (tabuľka 2). Realizačná cena poklesla na 610 €·ha⁻¹. Úrody boli porovnateľné s rokom 2013. Aj v roku 2014 sa najvyššia úroda dosiahla pri konvenčnom obrábaní pôdy s aplikáciou pôdneho kondicionéra PRP sol 1,77 t·ha⁻¹.

Aplikáciou PRP sol sa zvyšovali úrody pri oboch variantoch obrábania pôdy, ale zvýšenie úrod bolo minimálne a tým ziskovejšie boli varianty bez aplikácie kondicionéru. Najziskovejší bol variant pri redukovanom obrábaní pôdy, na ktorom sa dosiahol zisk vo výške 589,92 €·ha⁻¹ a rentabilita skoro 158 %.

Tabuľka 2. Ekonomika pestovania amarantu v roku 2014

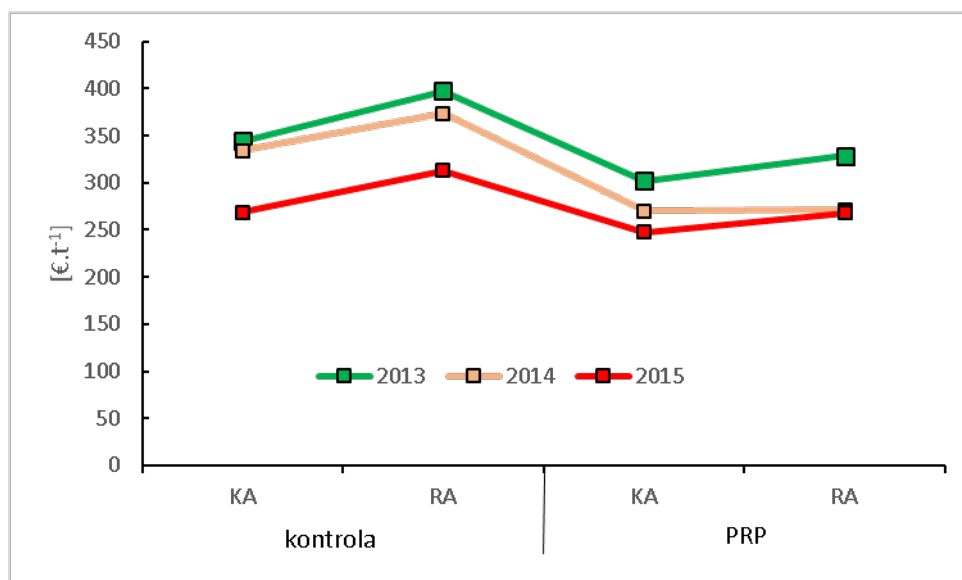
Ukazovateľ	Jednotka	2014			
		KA	RA	KA	RA
		kontrola		PRP	
Materiálové náklady	[€·ha ⁻¹]	133,90	155,55	275,90	316,40
Náklady na mechanizované práce	[€·ha ⁻¹]	200,45	127,46	206,73	133,74
Variabilné náklady spolu	[€·ha⁻¹]	334,35	283,01	482,63	450,14
Fixné náklady	[€·ha ⁻¹]	115,22	90,87	119,42	95,07
Celkové náklady	[€·ha ⁻¹]	449,57	373,88	602,05	545,21
Úroda	[t·ha ⁻¹]	1,63	1,58	1,77	1,61
Cena za jednotku	[€·t ⁻¹]	610	610	610	610
Celková produkcia	[€·ha ⁻¹]	994,30	963,80	1079,70	982,10
Výsledok hospodárenia na ha	[€·ha⁻¹]	544,73	589,92	477,65	436,89
Rentabilita na ha	[%]	121,17	157,78	79,34	80,13
Výnosový prah pre nulovú rentabilitu	[t·ha ⁻¹]	0,74	0,61	0,99	0,89

Ani v roku 2015 sa náklady na pestovanie amarantu radikálne nemenili. V porovnaní s rokom 2014 boli úrody výrazne nižšie a to najmä na nehnorej kontrole. Napriek nárastu realizačnej ceny na 640 €·ha⁻¹, celková produkcia na nehnovaných variantoch zaostala za rokom 2014 o viac ako 200 €·ha⁻¹. Z tohto dôvodu bol na týchto variantoch dosiahnutý aj nižší zisk. Ziskovejšie boli varianty s aplikáciou PRP sol, na ktorých zisk pri oboch spôsoboch obrábania pôdy presiahol 390 €·ha⁻¹.

Tabuľka 3. Ekonomika pestovania amarantu v roku 2015

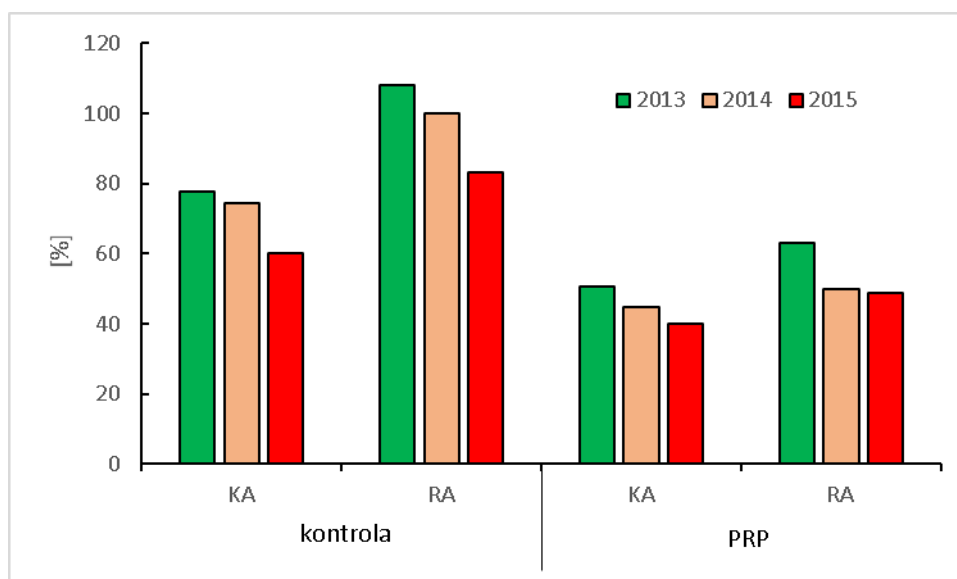
Ukazovateľ	Jednotka	2015			
		KA	RA	KA	RA
		kontrola		PRP	
Materiálové náklady	[€·ha ⁻¹]	140,40	164,70	304,40	328,70
Náklady na mechanizované práce	[€·ha ⁻¹]	190,17	120,87	196,19	126,89
Variabilné náklady spolu	[€·ha⁻¹]	330,57	285,57	500,59	455,59
Fixné náklady	[€·ha ⁻¹]	115,22	90,87	119,42	95,07
Celkové náklady	[€·ha ⁻¹]	445,79	376,44	620,01	550,66
Úroda	[t·ha ⁻¹]	1,2	1,15	1,58	1,48
Cena za jednotku	[€·t ⁻¹]	640	640	640	640
Celková produkcia	[€·ha ⁻¹]	768,00	736,00	1011,20	947,20
Výsledok hospodárenia na ha	[€·ha⁻¹]	322,21	359,56	391,19	396,54
Rentabilita na ha	[%]	72,28	95,51	63,10	72,01
Výnosový prah pre nulovú rentabilitu	[t·ha ⁻¹]	0,70	0,59	0,97	0,86

Na obrázku 1. je zobrazený výsledok hospodárenia na tonu produkcie. Z obrázku je zrejmé, že najnižší zisk na tonu sa dosahoval v roku 2015 a najnižšie zisky na tonu v sledovaných rokoch boli na konvenčnom variante s aplikáciou PRP SOL.



Obrázok 1. Výsledok hospodárenia na tonu produkcie

Na obrázku 2. je vyjadrená rentabilita pestovania amarantu na tonu produkcie. V sledovaných rokoch sa najvyššia rentabilita na tonu dosahovala pri redukovanom obrábaní pôdy bez aplikácie PRP SOL.



Obrázok 2. Rentabilita pestovania prosa na tonu produkcie

Pokusy s amarantom boli založené na ťažkých ílovitých pôdach, hoci niektorí autori odporúčajú ich pestovanie na ľahších až stredných pôdach (Janovská 2011, Pospíšil 2011). Úrody, ktoré sa v pokuse dosiahli boli v rozmedzí úrod, ktoré uvádza Jamriška (2001). V pokusoch dosiahol úrody, ktoré sa pohybovali od 0,79 do 5,9 t·ha⁻¹. Výsledky poukázali na to, že pestovanie zrnového amarantu na potravinárske účely pri priaznivej realizačnej cene je vysoko ziskové. Boreková (2001) uvádza, že pri predaji semena amarantu je potrebné rozlišovať či sa bude realizovať na potravinárske, alebo kŕmne účely, lebo z tohto sa odvíja ekonomika jeho pestovania. Pri cenách za akých sa

realizujú kŕmne strukoviny, by bolo pri amarante potrebné dosahovať úrody na úrovni 4,5 t.ha⁻¹. V našich podmienkach je to ťažko dosiahnuteľné.

ZÁVER

- o V roku 2013 sa najvyššia produkcia dosiahla na konvenčnej agrotechnike pri aplikácii PRP SOL, a to vo výške 1165,60 €·ha⁻¹ pri zisku 567,54 €·ha⁻¹. Napriek nižšej produkcii z hektára bol ziskovejší variant s redukovanou agrotechnikou bez hnojenia a to vo výške 655,76 €·ha⁻¹ a hektárovou rentabilitou 178,56 %.
- o V roku 2014 sa na konvenčných variantoch dosiahla vyššia produkcia, ale zisk bol vyšší na variantoch s redukovaným obrábaním pôdy. Aplikáciou PRP sol sa zvyšovali úrody pri oboch variantoch obrábania pôdy. Ziskovejšie boli varianty bez aplikácie kondicionéru. Najziskovejší bol variant pri redukovanom obrábaní pôdy vo výške 589,92 €·ha⁻¹.
- o V roku 2015 v porovnaní s rokom 2014 boli úrody výrazne nižšie. Celková produkcia na nehnojených variantoch zaostala za rokom 2014 o viac ako 200 €·ha⁻¹. Ziskovejšie boli varianty s aplikáciou PRP sol, na ktorých zisk pri oboch spôsoboch obrábania pôdy presiahol 390 €·ha⁻¹.
- o Z pohľadu praxe je možno odporúčať využitie pôdneho kondicionéru PRP SOL, ktorého aplikácia v danom roku zvyšuje náklady, ale účinnosť prípravku je rozložená na 2-3 roky. Na základe výsledkov pokusu je možné pri zakladaní porastov láskavca využiť konvenčnú aj redukovanú technológiu. Vo výskume sa potvrdila aj potreba kombinovať aplikáciu pôdneho kondicionéra s minerálnym hnojením, najmä dusíkom.

LITERATÚRA

- ABRHAM, Z., KOVÁŘOVÁ, M., KOCÁNOVÁ, V., HEROUT, M., SCHEUFLER, V. 2007: Technické a technologické normativy pro zemědělskou výrobu. Praha : VUZT , 2007, no. 5, 29 p. ISBN 978-86884-26-4.
- BOREKOVÁ, B. 2001: Predpoklady efektívnej výroby Láskavca. In: Pestovanie a využitie tritikale, láskavca a pohánky. Zborník vedeckých prác z konferencie. Nitra. SPU 2001. s. 77-79. ISBN 80-88943-07-8.
- JAMRIŠKA, P. 2001: Možnosti pestovania láskavca na Slovensku. In: Pestovanie a využitie tritikale, láskavca a pohánky. Zborník vedeckých prác z konferencie. Nitra : SPU 2001. s. 41-43. ISBN 80-88943-07-8.
- JANOVSKÁ D. 2011: Charakteristika amarantu jako kulturní rostliny. In: Amarant. Zdroj výživy v 21. století. Forsapi. Praha, 2011, str. 13-35. ISBN 978-80-87250-15-0.
- JANOVSKÁ D. 2014: Pohanka, proso a amarant – původní i nové alternativy pro bezlepkovou dietu. In: Genetické zdroje rostlin a zdravá výživa. Ministerstvo zemědělství. Praha, 2014, str. 47-49. ISBN 978-80-7434-174-8.
- KAVKA, M. 2006: Normativy zemědělských výrobních technologií. Praha : ÚZPI, 2006. 376 s. ISBN 80-7271-164-4.
- POLÁČKOVÁ, J., BOUDNÝ, J., JANOTOVÁ, B., NOVÁK, J. 2010: Metodika kalkulací nákladů a výnosů v zemědělství. Praha : ÚZEI , 2010, 58 p. ISBN 978-80-86671-75-8.
- POSPÍŠIL, R. 2011: Súhrn poznatkov o efektívnej výrobe a netradičnom využití láskavca na Slovensku. In: Pestovanie a využitie Láskavca (*Amaranthus* L.) a iných plodín na energetické účely. Zborník vedeckých prác. Nitra : SPU, 2011, s. 52-61. ISBN 978-80-552-0561-8.
- POSPÍŠIL, R., HÚSKA, D. 2011: Pestovateľská technológia láskavca na energetickú fytomasu. In: Pestovanie a využitie Láskavca (*Amaranthus* L.) a iných plodín na energetické účely. Zborník vedeckých prác. Nitra : SPU 2011, s. 46-51. ISBN 978-80-552-0561-8.

Ing. Jana Jakubová, Ing. Ladislav Kováč, PhD., RNDr. Dana Kotorová, PhD., RNDr. Ján Hecl, PhD.,
 Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav agroekológie Michalovce,
 Špitálska 1273, 071 01 Michalovce
 Email: jakubova@minet.sk, kovac@minet.sk, kotorova@minet.sk, hecl@minet.sk

Názov: Pestovateľské technológie a ich význam pre prax
Zborník z 8. vedeckej konferencie s medzinárodnou účasťou

Autori: kolektív

Zostavovateľ: Ing. Mgr. Mária Babulicová, PhD., RNDr. Ľubica Malovcová

Recenzenti: Ing. Radoslav Bujnovský, CSc., doc.Dr. Milan Macák, PhD.

Technický redaktor: Jarmila Ponišťová

Vydanie: prvé

Vydavateľ: Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav rastlinnej výroby
Piešťany, Bratislavská cesta 122, 921 68 Piešťany

Rok vydania: 2017

Počet strán: 156

Tlač: NPPC – VÚRV Piešťany

Formát: A4

Náklad: 40

Nepredajné / Určené pre vlastnú potrebu

ISBN 978-80-89417-75-9