



PESTOVATEĽSKÉ TECHNOLOGIE A ICH VÝZNAM PRE PRAX



Piešťany, 2013

CENTRUM VÝSKUMU RASTLINNEJ VÝROBY PIEŠŤANY

Pestovateľské technológie a ich význam pre prax

Zborník zo 4. medzinárodnej vedeckej konferencie
Piešťany, 4. decembra 2013

Organizačný výbor: Ing. Mária Sekerková, CSc.
RNDr. Ľubica Malovcová
Ing. Mgr. Mária Babulicová, PhD.
Ing. Roman Hašana, PhD.
Ing. Rastislav Bušo, PhD.

Autor: Kolektív

Názov: **Pestovateľské technológie a ich význam pre prax**

Zborník zo 4. medzinárodnej vedeckej konferencie, Piešťany, 4.12. 2013

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

Recenzent: doc. Dr. Milan Macák, PhD.

© Centrum výskumu rastlinnej výroby Piešťany, 2013

ISBN 978-80-89417-51-3

Obsah

Predslov

Prehľad článkov

Křen, J. – Lukas, V. – Dryšlová, T.: Vzťahy medzi hodnotami NDVI a charakteristikami porostu pšenice ozimé v průběhu vegetace-----	8
Ložek, O. – Varga, L. – Ducsay, L.: Optimalizácia hnojenia viniča hroznorodého-----	14
Kunzová, E. – Hejman, M. – Hlisenkovský, L.: Vliv dlouhodobého hnojení na výnosy plodín v pokusných stanicích Čáslav, Ivanovice a Lukavec-----	18
Tobiašová, E.: Frakcie pôdnej organickej hmoty s krátkym kolobehom a spôsob hospodárenia na pôde-----	22
Bušo, R. – Hašana, R. – Žák, Š. – Hřčková, K.: Úroda sóje fazuľovej vo vzťahu k počtu rastlín a hrčiek v rôznych systémoch obrábania pôdy v klimaticky rozdielnych pestovateľských ročníkoch-----	28
Hašana, R. – Hřčková, K. – Bušo, R. – Žák, Š.: Úroda a ekonomická efektívnosť pestovania sóje pri rôznych spôsoboch obrábania pôdy-----	34
Sekerková, M. – Malovcová, L.: Vplyv jesennej aplikácie fungicídov a morforegulátorov na vývoj kapusty repkovej pravej f. ozimnej-----	39
Kotorová, D. – Kováč, L. – Jakubová, J. – Semancová, P.: Variabilita zrnitostného zloženia a jeho vplyv na obhospodarovanie územia poldra Beša-----	42
Pačuta, V. – Kašičková, I. – Buday, M.: Vplyv preparátov na báze biologicky aktívnych látok na kvantitatívne a kvalitatívne parametre repy cukrovej-----	48
Kovár, M. – Černý, I. – Mátyás, M.: Využitie vegetačných indexov v pestovaní slnečnice ročnej (<i>Helianthus annuus</i> L.)-----	52
Černý, I. – Mátyás, M. – Kovár, M.: Variabilita úrodnostných prvkov vysoko olejnatých hybridov slnečnice ročnej (<i>Helianthus annuus</i> L.)-----	56
Babulicová, M.: Vplyv rôzneho podielu obilnín v osevných postupoch na úrodu a aktuálnu zaburinenosť jačmeňa siateho jarného-----	59
Žák, Š. – Hřčková, K. – Bušo, R. – Hašana, R.: Pôsobenie počasia na pôdnu vlhu a produkciu sušiny plodín v ekologickom a konvenčnom systéme-----	64
<i>Postery</i>	
Brezina, R. – Pospišil, R.: Vplyv obrábania pôdy a hnojenia na úrodu pšenice letnej formy ozimnej-----	70
Britaňák, N. – Hanzes, E. – Ilavská, I.: Zlepšenie druhovej diverzity trávnych porastov: návrh na stanovenie minimálnej úrovne-----	74
Broošová, N.: Spôsob výsadby a produkčný potenciál energetickej dreviny rodu <i>Salix</i> v prvom a druhom trojročnom zberovom cykle-----	77
Candráková, E.: Reakcia jačmeňa siateho jarného na aplikáciu rôznych druhov hnojív-----	81
Candráková, E. – Hanáčková, E.: Vplyv obrábania pôdy na úrodu a zloženie semena hrachu siateho-----	85
Čunderlík, J. – Ondrasek, L.: Primárna produkcia a pôdno – biologické ukazovatele poloprirodného trávneho porastu pri diferencovanej minerálnej a organickej výžive-----	89
Hanzes, E. – Ilavská, I. – Britaňák, N.: Poľnohospodárske využívanie historických krajinných štruktúr-----	92
Hnát, A. – Šariková, D.: Obsah dusíkatých látok v zrne kukurice pri pôdoochranných spôsoboch pestovania-----	96

Hrčková, K. – Žúži, B. – Kabašta, R.: Vplyv aplikácie superabsorbentu na parametre koreňovej sústavy a nadzemnej biomasy rastlín pšenice-----	100
Ilavská, I. – Britaňák, N. – Hanzes, E.: Pestovanie lucerny siatej v horskej výrobnnej oblasti-----	105
Jakubová, J. – Kováč, L. – Kotorová, D.: Ekonomická analýza pestovania ciroku zrnového-----	109
Kizeková, M. – Čunderlík, J. – Martincová, J. – Jančová, E.: Vplyv sucha na produkčnú funkciu dočasných trávnych porastov-----	114
Kováč, L. – Jakubová, J. – Kotorová, D.: Vplyv aplikácie pôdnych kondicionérov na produkčné parametre slnečnice ročnej pri rôznych technológiách zakladania porastov-----	118
Kováčiková, Z. – Vargová, V. – Michalec, M.: Zmeny floristického zloženia pri diferencovanom využívaní trávneho porastu-----	122
Majeská, M. – Gubiš, J.: Poľná odolnosť vybraných genotypov pšenice letnej f. ozimnej voči obligátnym parazitom-----	126
Pollák, Š. – Jančová, M. – Beňová, D.: Výživová hodnota trávneho porastu po aplikácii kompostu-----	130
Šariková, D. – Hnát, A.: Variabilita produkcie sóje fazuľovej v závislosti od poveternostných podmienok a obrábania pôdy-----	134
Šoltysová, B.: Zmeny kvantity a kvality organickej hmoty vplyvom rozdielneho obrábania pôdy-----	139
Šoltysová, B. – Kadlec, V. – Kotorová, D. – Holubík, O. – Balla, P. – Petera, M.: Porovnanie vybraných vlastností pôd SR a ČR-----	145
Špaňo, M. – Tobiašová, E.: Zdroje organickej hmoty na ornej pôde a vodoodolné makro-agregáty-----	151
Tóth, Š. – Šoltysová, B. – Porvaz, P.: Analýza priameho a reziduálneho efektu prípravku na báze humínových kyselín HUMAC Agro na pôdne ukazovatele v diferencovaných poloprevádzkových podmienkach-----	156
Vargová, V. – Kováčiková, Z. – Michalec, M.: Produkcia fytomasy využívanej aluviálnej lúky-----	161
Žák, Š. – Hrčková, K. – Hašana, R. – Bušo, R.: Dynamika vlhkostného stavu pôdy v rôznych osevných postupoch---	165
Žofajová, A. – Rückschloss, E. – Pšenáková, I. – Havrlentová, M.: Hodnotenie línií pšenice letnej f. ozimná s farebným zrnom-----	171

PREDSLOV

Základný a aplikovaný výskum v oblasti pôdohospodárskych vied je nevyhnutný pre úspešné zvládnutie náročných úloh slovenského poľnohospodárstva.

Štvrtý ročník konferencie „PESTOVATELSKÉ TECHNOLOGIE A ICH VÝZNAM PRE PRAX“, uskutočnený 4. decembra 2013 mal za cieľ oboznámiť širokú poľnohospodársku prax s najnovšími poznatkami v oblasti pestovateľských technológií. Zvláštny dôraz bol kladený na pestovateľskú technológiu sóje fazuľovej. Boli akceptované všetky prihlásené príspevky zaoberajúce sa fyzikálnymi, chemickými a biologickými vlastnosťami pôdy, pestovateľskými technológiami poľných plodín v integrovaných a ekologických systémoch, optimalizáciou hnojenia viniča hroznorodého, kvalitou obilnín a olejnín ako i zachovaním produkčných TTP a získaním kvalitných siláží. Pozornosť bola venovaná i tvorbe nových genotypov pšenice letnej f. ozimná s farebným zrnom. Na konferencii boli prezentované aj výsledky z pestovania energetickej dreviny *Salix*.

Vyjadrujeme presvedčenie, že predkladané práce v zborníku budú prínosom nielen pre pracovníkov vo výskumných inštitúciách, ale hlavne pre širokú poľnohospodársku prax.

Kolektív autorov

VZTAHY MEZI HODNOTAMI NDVI A CHARAKTERISTIKAMI POROSTU PŠENICE OZIMÉ V PRŮBĚHU VEGETACE

Relationships between NDVI values and characteristics of a winter wheat stand in the course of growing season

JAN KŘEN – VOJTĚCH LUKAS – TAMARA DRYŠLOVÁ

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

A detailed evaluation of the development of canopy structure of a winter wheat, cv. 'Cubus' and its spectral characteristics by means of the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) was performed in small plot field experiments carried out in two localities of Central and South Moravia within the period of three years (2005-2007). Variance analysis demonstrated statistically significant effects of year, locality, experimental variant (i.e. a combination of sowing rate and N-dose), and growth stage on values of NDVI. Correlation analysis demonstrated that increased NDVI values indicated:

- *a greater amount of biomass and its dry matter per stand unit area and higher values of LAI, above all in the period of stem elongation;*
- *a higher average weight of plants, a higher number of tillers per plant, and a higher number of plants per stand unit area in the period of tillering;*
- *a higher average weight of tillers and a higher number of tillers per stand unit area at the beginning of stem elongation and*
- *a more intensive green colour of the stand, which indicated its better nutritional status and, thus, a higher supply of nitrogen.*

Correlations between traits characterising an increased heterogeneity of the stand (i.e. variation coefficients of the weight of plants and tillers) and values of NDVI were negative. This can be explained by a greater occurrence of bare soil surface in uneven stands during early stages of growth and development, i.e. till the full canopy closure (usually till BBCH 31), which results in decreased values of NDVI. In this period, the assessment of NDVI may be used for the evaluation of quality of stand establishment (i.e. of uniform distribution of individual plants). The obtained results suggest that identical values of NDVI may indicate either a greater amount of aboveground biomass with a deficit of nitrogen or a lower amount of tops in a good nutritional status. When using NDVI values, it is also rather difficult to decide if the given amount of aboveground biomass consists of a greater number of less tillering plants or, on the contrary, of a smaller number of plants with more tillers. This means that the effect of morphological (i.e. structural) and physiological characteristics of the canopy on values of NDVI requires a further investigation. Nevertheless the present level of knowledge enables a practical use of NDVI, especially for the evaluation of heterogeneity of winter wheat stands in precision agriculture. A great advantage is a possibility of a quick and areal evaluation of canopy and, thus, more flexible crop management.

Keywords: winter wheat; stand structure development; canopy reflectance; NDVI; compensation and autoregulation; assessment of canopy structure; assessment of stand structure

ÚVOD

Možnostem hodnocení vegetace a porostů polních plodin s využitím jejich spektrálních charakteristik je v posledních letech věnována řada publikací (Aparicio et al., 2000; Freeman et al., 2003; Zhao et al., 2004; Bort et al., 2005; Serrano et al., 2006). Většinou jsou nacházeny statisticky významné korelace mezi spektrálními charakteristikami porostu, prezentovanými především Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) a Leaf Area Index (LAI), obsahem chlorofylu (Houborg et al., 2007), výživným stavem porostu (Jorgensen et al., 2007; Zhao et al., 2005) s množstvím celkové nadzemní biomasy (Starks et al., 2006) a také s výnosem polních plodin (Hansen et al., 2002; Freeman et al., 2003). Předností těchto metod je možnost rychlého a velkoplošného hodnocení porostů polních plodin a také možnost zachycení variability porostů v rámci pozemků.

Rozhodování o pěstitelských opatřeních k obilninám v současné zemědělské praxi jsou však prováděna především na základě informací o struktuře porostu - počtu rostlin, odnoží a klasů na jednotce plochy, počtu zrn v klasu (Zimolka et al., 2005) a obsahu živin, především dusíku, v rostlinách (Baier et al., 1988).

Príspevek je zaměřen na ověření a hlubší poznání vztahů mezi NDVI a morfologickými a strukturními charakteristikami porostu pšenice ozimé.

MATERIÁL A METODA

Charakteristika lokalit a polních pokusů

V maloparcelních polních pokusech na dvou lokalitách (Žabčice a Kroměříž) byla během tří let (2005-2007) prováděna analýza vývoje struktury porostu pšenice ozimé odrůdy Cubus a jeho spektrálních charakteristik. Pokusy byly založeny po předplodině ječmen jarní v kontrastních variantách (tab. 1), zohledňujících různou hustotu porostu a výživný stav rostlin.

Tabulka 1: Charakteristika pokusných variant pšenice ozimé odrúdy Cubus

Varianta	Výsevek (počet semen.m ⁻²)	Hnojenie dusíkom (kg.ha ⁻¹ N)	Lokalita	Rok
A	350	40 pred setím	Žabčice	2006,07
			Kroměříž	2005,06,07
B	500	40 pred setím, 40 v regeneraci, 40 na počátku sloupkování	Žabčice	2006,07
			Kroměříž	2005,06,07

Každá varianta byla založena v šesti opakováních, z nichž tři byla určena ke sklizni, dvě opakování byla vyčlenená pro odběry vzorků k rozborům struktury a výživného stavu porostu a na jednom opakování bylo prováděno multispektrální snímkování vyznačené plochy porostu o velikosti 0,25 m² (0,5 m x 0,5 m) a měření LAI pomocí přístroje SunScan System-SS1-R3-BF3 (Delta-T Devices Ltd., U.K.). Na parcele určené pro odběr vzorků v daném termínu byla obdobně vyznačena plocha o velikosti 0,25 m², ze které byly odebrány vzorky rostlin na rozbor struktury porostu a stanovení obsahu dusíku. Odběry vzorků půdy a rostlin byly prováděny ve vývojových fázích (BBCH) uvedených v tab. 2.

Tabulka 2: Přehled odběru vzorků rostlin pšenice ozimé v jednotlivých letech podle vývojových fází (BBCH)

Lokalita	Rok hodnocení					
BBCH	25	31	37	55	65	91
Žabčice	2006,07	2006,07	-	2006	2006,07	2006,07
Kroměříž	2005,06,07	2005,06,07	2005,06,07	-	2005,06,07	2005,06,07

Rozbory struktury a výživného stavu porostu zahrnovaly:

- stanovení počtu a hmotnosti jednotlivých odnoží, popřípadě rostlin,
- stanovení hmotnosti sušiny nadzemní části,
- stanovení obsahu chlorofylu v listech,
- anorganický rozbor sušiny nadzemní části rostlin na obsah N.

Zjišťování spektrálních charakteristik porostu

Snímkování bylo prováděno multispektrální kamerou DuncanTech MS-3100 (Geospatial systems, Inc. USA) z pojízdné hliníkové konstrukce z výšky 5,5 m, což odpovídá záběru snímku 2,54 x 1,9 m (4,83 m²) a prostorovému rozlišení necelé 2 mm na pixel. U získaných snímků byla nejprve provedena radiometrická korekce pro eliminaci rozdílů ve světelných podmínkách snímkování (slunečno – zataženo) pomocí sady optických etalonů SphereOptics Zenith®. Z takto připravených snímků byl v software Erdas Imagine následně vypočten NDVI index dle rovnice $NDVI = (NIR - R)/(NIR + R)$. Výsledky byly statisticky hodnoceny pomocí software Statgraphic a Statistica s využitím základních statistických charakteristik, analýzy variance a korelační analýzy.

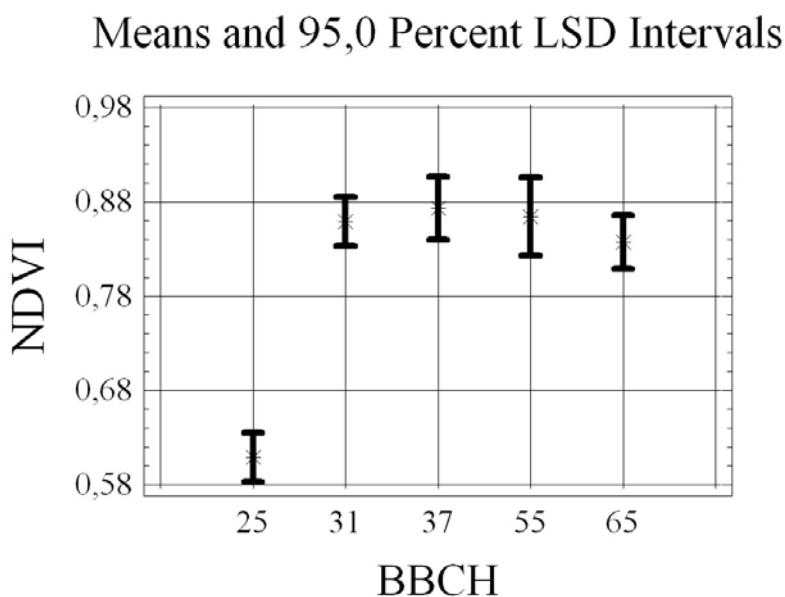
VÝSLEDKY

Analýzou variance (tab. 3) byly zjištěny statisticky významné vlivy ročníku a varianty na hodnoty NDVI. Vliv růstové fáze byl statisticky vysoce významný, daný především hodnotou NDVI v BBCH 25 ve srovnání s ostatními hodnocenými fázemi (Graf 1). To lze vysvětlit malým zapojením porostu v odnožování a větším podílem záření odráženého půdou, která vykazuje nižší hodnoty NDVI než vegetace. Nižší hodnoty NDVI v BBCH 65 souvisí s postupným omezováním aktivní listové plochy a žloutnutím porostu v době tvorby zrna.

Tabulka 3: Analýza varainace faktorů ovlivňujících hodnoty NDVI

Zdroj variability	SS	Df	MS	F-hodnota	Hladina významnosti
Ročník	0,0831	2	0,0416	7,15	0,0015
Lokalita	0,0216	1	0,0216	3,72	0,0580
Varianta	0,0277	1	0,0277	4,77	0,0325
Růstová fáze	0,8766	4	0,2192	37,73	0,0000
Reziduum	0,3892	67	0,0058		
Celkem	1,3938	75			

SS - Sum of Squares (součet čtverců); MS - Mean Squares (průměrný čtverec)



Graf 1: Grafické znázornění rozdílu hodnot NDVI v jednotlivých fázích růstu a vývoje

Hodnoty korelací mezi morfologickými znaky na úrovni porostu odpovídaly průběhu autoregulačních a kompenzačních procesů během vegetace. LAI průkazně koreloval ve fázi BBCH 37 s hmotností celkové sušiny a s NDVI. NDVI koreloval kladně s:

- hmotností celkové nadzemní biomasy ($\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$), vysoce průkazně v BBCH 25 a 31, průkazně v BBCH 65,
- hmotností sušiny nadzemní biomasy ($\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$), vysoce průkazně v BBCH 25 a 31,
- počtem odnoží na m^2 , průkazně v BBCH 65,
- hmotností produktivních odnoží, průkazně v BBCH 31 a 65.

Na úrovni rostlin byla zjištěna záporná korelace mezi hmotností průměrné rostliny a variačním koeficientem hmotností rostlin, která byla průkazná v BBCH 37 a vysoce průkazná záporná korelace mezi počtem odnoží průměrné rostliny a variačním koeficientem počtu odnoží na rostlinu v BBCH 25. Analogické záporné korelace byly rovněž prokázány na úrovni odnoží. Hmotnost průměrné odnože záporně korelovala s variačním koeficientem hmotnosti odnoží v BBCH 65. U produktivních odnoží byl tento vztah statisticky průkazný v BBCH 37 a vysoce průkazný v BBCH 65. NDVI koreloval:

- kladně s hmotností průměrné rostliny, vysoce průkazně v BBCH 25,
- záporně s variačním koeficientem hmotnosti rostlin, vysoce průkazně v BBCH 31,
- kladně s hmotností průměrné produktivní odnože, průkazně v BBCH 31,
- záporně s variačním koeficientem produktivních odnoží, vysoce průkazně v BBCH 31.

Znaky charakterizující nárůst biomasy korelovaly s NDVI kladně. Naopak znaky charakterizující větší heterogenitu porostu (variační koeficienty hmotnosti rostlin a odnoží) korelovaly s NDVI záporně. Logicky z toho vyplývá, že heterogenita porostu snižuje hodnoty NDVI. Toto zjištění může být důležité pro interpretaci hodnot NDVI, především v období, kdy ještě nejsou porosty zapojené, tj. obvykle do začátku sloupkování (BBCH 31), kdy jsou hodnoty NDVI více ovlivněny zářením odráženým půdou. Na druhou stranu by mohlo být zjišťování hodnot NDVI v tomto období využito k posuzování kvality založení porostu (rovnoměrnosti rozmístění rostlin).

Korelace NDVI s hodnocenými fyziologickými znaky jsou uvedeny v tab. 4. Velmi zajímavý je vývoj hodnot korelací mezi NDVI a obsahem dusíku v nadzemní biomase, kde se vysoce průkazně záporná korelace v BBCH 25 postupně mění na vysoce průkazně kladnou v BBCH 65. Vysvětlením může být výše uvedený vliv záření, odráženého půdou v období před zapojením porostu na hodnoty NDVI. Toto vysvětlení lze použít i na změny hodnot korelací mezi NDVI a obsahem chlorofylu v nadzemní biomase, neboť měly obdobný časový vývoj, ale nebyly průkazné. NDVI kladně koreloval s obsahem dusíku i chlorofylu přepočteným na biomasu produktivních odnoží. Korelace s chlorofylem byly vyšší a statisticky průkazné. Nízké hodnoty korelací mezi NDVI a ostatními hodnocenými znaky v BBCH 37 jsou obtížně vysvětlitelné.

Výsledky potvrdily využitelnost NDVI ke stanovení celkového množství nadzemní biomasy a sušiny nadzemní biomasy, především v období sloupkování. Vzhledem k počtu měření jsou pro interpretaci hodnot NDVI také zajímavé kladné korelace (i když statisticky neprůkazné) s počtem rostlin a odnoží na m^2 na začátku sloupkování (BBCH 31). Především z počtu odnoží lze usuzovat na produkční potenciál porostu. Překvapující a obtížně vysvětlitelné jsou však nízké hodnoty korelací NDVI s uvedenými znaky v plném

sloupkování (BBCH 37), kdy byly v řadě případů zjištěny nižší hodnoty korelací než v době květu (BBCH 65).

Tabulka 4: Korelace mezi NDVI a obsahem dusíku a chlorofylu v nadzemní biomase
(* statisticky významný rozdíl, ** statisticky vysoce významný rozdíl)

Znak		BBCH	n-2	2	3	4	5
1	Obsah N v nadzemní biomase (g)	25	4		0,597		-0,905*
		31	8	0,453	-0,134	-0,620	-0,219
		37	4	0,654	0,128	-0,171	0,122
		65	10	0,812**	0,366	0,669	0,834**
2	Obsah N v biomase produktivních odnoží (g)	31	8	1	0,561	0,879*	0,767*
		37	4	1	-0,511	-0,149	-0,486
		65	8	1	0,307	0,527	0,546
3	Obsah chlorofylu v nadzemní biomase	25	4		1		-0,749
		31	4		1	0,722	0,781
		37	4		1	-0,511	0,670
		65	4		1	0,760	0,682
4	Obsah chlorofylu v biomase produktivních odnoží	31	4			1	0,889*
		37	4			1	-0,486
		65	4			1	0,819*

DISKUSE

Metody, používané k hodnocení stavu porostu v zemědělské praxi, jsou založeny především na stanovení jeho strukturálních komponent - počet rostlin, odnoží, produktivních stébel nebo klasů na jednotce plochy (Křen, 2008). NDVI jako nejčastěji používaná spektrální charakteristika vegetace je využívána především k hodnocení celkového množství nadzemní biomasy na jednotce plochy půdy. Je známo, že NDVI dobře koreluje s celkovou biomasou v období intenzivního růstu a méně již v pozdějších stádiích vývoje porostu, kdy dochází ke stárnutí rostlin. Dosažené výsledky u ozimé pšenice to potvrdily. Vyšší hodnoty NDVI znamenaly:

- větší množství biomasy i její sušiny na jednotku plochy porostu a větší hodnoty LAI, především v období sloupkování,
- větší průměrnou hmotnost rostlin, větší počet odnoží na rostlinu a větší počet rostlin na jednotce plochy porostu v období odnožování,
- větší průměrnou hmotnost odnože a větší počet odnoží na jednotce plochy porostu na začátku sloupkování,
- intenzivnější zelené zbarvení porostu, indikující lepší výživný stav dusíkem.

Z toho je zřejmé, že NDVI kladně koreluje jak s množstvím nadzemní biomasy tak i s jejím zbarvením. Stejně hodnoty NDVI mohou charakterizovat větší množství nadzemní biomasy s deficitem dusíku, nebo menší množství nadzemní biomasy v dobrém výživném stavu. Z hodnot NDVI je rovněž obtížně zjištělné, zda určité množství nadzemní biomasy bylo vytvořeno větším počtem méně odnožujících rostlin, nebo naopak menším počtem rostlin více odnožených. Ukazuje se, že vliv interakcí morfologických (strukturálních) a fyziologických charakteristik stavu porostu na hodnoty NDVI je třeba dále hlouběji zkoumat. To je zřejmě také jeden z důvodů rozdílných výsledků, uváděných v odborné literatuře při využití NDVI ke stanovení výživného stavu, predikci výnosů a kvality zrna obilnin.

Freeman et al. (2003), zjistili slabé korelace mezi NDVI a výnosem ve zralosti. Rovněž upozorňují na to, že přes lokality a ročníky nezjistili konzistentní vztahy NDVI a obsahem dusíku v zrně a ve slámě ani v průběhu vegetace. Aparicio et al. (2000) uvádějí, že v období od sloupkování do zralosti bylo možné hodnotami NDVI vysvětlit 52 % variability výnosu tvrdé pšenice pěstované bez závlah a 39 % variability výnosu pod závlahami. Fetch et al. (2004) uvádějí malou efektivnost využití NDVI k determinaci agronomických faktorů u ječmene (5-77 %). Přesto usuzují, že zjišťování odrazivosti porostu je potenciální nástroj umožňující posuzování působení agronomických faktorů, ale zároveň upozorňují na významný vliv odrůdy a vývojového stavu porostu na výsledky.

Naproti tomu Zhang et al. (2006) usuzují, že využitím NDVI při dálkovém průzkumu je možné monitorovat výživný stav porostu dusíkem. Podobně i Reyniers et al. (2006) uvádějí u ozimé pšenice vysoké korelace mezi hodnotami NDVI v metání a výnosem, i obsahem dusíku v zrně. Alvaro et al. (2007) zjistili pevné vztahy, především mezi NDVI a růstovými znaky a uvádějí, že nedestruktivní podstata řadí tuto metodu mezi nadějně nástroje pro hodnocení růstových znaků prostorově rozmístěných rostlin. Rovněž námi zjištěné záporné korelace mezi NDVI a variačními koeficienty hmotnosti rostlin a odnoží upozornily na význam plošného rozmístění rostlin. Tento vliv heterogenity porostu by měl být brán v úvahu při interpretaci hodnot NDVI, především v období, kdy ještě nejsou porosty zapojené, tj. obvykle do začátku sloupkování (BBCH 31). Na druhou stranu by mohlo být zjišťování hodnot NDVI v tomto období využito k posuzování

kvality založení porostu (rovnomernosti rozmístění rostlin). Nicméně Flowers et al. (2001) uvádějí těsné vztahy mezi NIR hodnotou a hustotou odnoží ve fázi BBCH 25 ($r = 0,67-0,87$), podobně i Philips et al. (2004) doporučují využívat vysokou determinaci vztahu ($r^2 = 0,67-0,99$) mezi hodnotami NDVI a hustotou odnoží v BBCH 25 k variabilní aplikaci dusíku.

Zhao et al. (2005) uvádějí, že vegetační indexy, charakterizující odrazivost porostu v zeleném a červeném pásmu, statisticky významně korelovaly s obsahem dusíku v listech v kvetení a s obsahem bílkovin v zrně. Upozorňují také na možnost využití spektrálních indexů korelujících s obsahem vody v listech k indikaci obsahu bílkovin v znu. Rovněž Jorgensen et al. (2007) potvrzují možnost hodnocení výživného stavu porostu snímáním ve třech 2 nm pásmech (450, 700 a 810 nm), která dobře indikují nedostatek živin.

Současná úroveň poznání umožňuje praktické využití NDVI, zejména pro hodnocení heterogenity porostů obilnin v precizním zemědělství (Reyniers et al., 2006). Velkou předností NDVI je možnost rychlého plošného hodnocení a získání podkladů pro variabilní provádění pěstebních zásahů. Vzhledem k největší přesnosti vztahů mezi NDVI a produkčními znaky porostu v období sloupkování by mohlo být hodnocení NDVI využíváno u ozimé pšenice pro variabilní aplikaci produkční dávky dusíku a aplikaci regulátorů růstu proti poléhání. Tato opatření se obvykle provádějí na začátku sloupkování (BBCH 31). Naše výsledky ukázaly, že v pozdějších fázích růstu a vývoje (po odkvetu) již nejsou vztahy mezi NDVI a produkčními znaky porostu tak pevné.

Vzhledem k tomu, že NDVI nejvíce koreluje s množstvím nadzemní biomasy, lze předpokládat také možnosti jeho potenciálního využití k nepřímému hodnocení lokálních rozdílů mikroklimatu porostu jako podmínek pro šíření houbových chorob.

ZÁVĚRY

- V tříletých maloparcelních pokusech prováděných na dvou lokalitách byl prokázán statisticky významný vliv ročníku, lokality, varianty (kombinace výsevu a dávky dusíku) a růstové fáze na hodnoty NDVI. Dosažené výsledky potvrdily určité možnosti využití NDVI k hodnocení stavu porostu pšenice ozimé.
- Znaky, charakterizující větší heterogenitu porostu (variační koeficienty hmotnosti rostlin a odnoží), korelovaly s NDVI záporně. Toto může být důležité pro interpretaci hodnot NDVI, především v období do zapojení porostu (obvykle do začátku sloupkování, BBCH 31). Hodnocení NDVI v tomto období lze využít k posuzování kvality založení porostu (rovnomernosti rozmístění rostlin).
- Stejně hodnoty NDVI mohou charakterizovat větší množství nadzemní biomasy s deficitem dusíku nebo menší množství nadzemní biomasy v dobrém výživném stavu. Z hodnot NDVI je rovněž obtížné zjistitelné, zda určité množství nadzemní biomasy bylo vytvořeno větším počtem méně odnožujících rostlin, nebo naopak menším počtem rostlin více odnožených. Vliv interakcí morfologických (strukturních) a fyziologických charakteristik stavu porostu na hodnoty NDVI je proto třeba dále hlouběji zkoumat.
- Již současná úroveň poznání umožňuje praktické využití NDVI v precizním zemědělství. Velkou předností je možnost rychlého plošného hodnocení a získání podkladů pro variabilní provádění pěstebních zásahů. Vzhledem k největší přesnosti vztahů mezi NDVI a produkčními znaky porostu v období sloupkování může být hodnocení NDVI neefektivněji využíváno u pšenice ozimé pro variabilní aplikaci produkční dávky dusíku a aplikaci regulátorů růstu proti poléhání. Tato opatření se obvykle provádějí na začátku sloupkování (BBCH 31).

Poděkování: Práce je součástí řešení projektu NAZV MZe ČR č. QI111A133 s názvem „Zlepšení využití odrudového potenciálu obilnin na základě časové a prostorové analýzy spektrálních charakteristik porostu.“

LITERATURA

- ALVARO, F., DEL MORAL, L. F. G., ROYO, C.: Usefulness of remote sensing for the assessment of growth traits in individual cereal plants grown in the field. *International Journal of Remote Sensing*, 2007, 28: 2497-2512.
- APARICIO, N., VILLEGAS, D., CASADESUS, J., ARAUS, J. L., ROYO, C.: Spectral vegetation indices as nondestructive tools for determining durum wheat yield. *Agronomy Journal*, 2000, 92: 83- 91.
- BAIER, J., SMETÁNKOVÁ, M., BAIEROVÁ, V.: Diagnostika výživy rostlin (Plant nutrition diagnostics). Praha: Institut výchovy a vzdělávání MZV ČR, 1988, 284 s.
- BORT, J., CASADESUS, J., NACHIT, M. M., ARAUS, J. L.: Factors affecting the grain yield predicting attributes of spectral reflectance indices in durum wheat: growing conditions, genotype variability and date of measurement. *International Journal of remote sensing*, 2005, 26: 2337-2358.
- FETCH T, G., STEFFENSON, B. J., PEDERSON, V. D.: Predicting agronomic performance of barley using canopy reflectance data. *Canadian Journal of Plant Science*, 2004, 84: 1-9.
- FREEMAN, K. W., RAUN, W. R., JOHNSON, G. V., MULLEN, R. W., STONE, M. L., SOLIE, J. B.: Late-season prediction of wheat grain yield and grain protein. *Communications in Soil Science and Plant analysis*, 2003, 34: 1837-1852.
- FLOWERS, M., WEISZ, R., HEINIGER, R.: Remote sensing of winter wheat tiller density for early

- nitrogen application decisions. *Agronomy Journal*, 2001, 93: 783-789.
- HANSEN, P. M., JORGENSEN, J. R., THOMS, A.: Predicting grain yield and protein content in winter wheat and spring barley using repeated canopy reflectance measurements and partial least squares regression. *Journal of Agricultural Science*, 2002, 139: 307-318.
- HOUBORG, R., SOEGAARD, H., BOEGH, E.: Combining vegetation index and model inversion methods for the extraction of key vegetation biophysical parameters using Terra and Aqua MODIS reflectance data. *Remote sensing of Environment*, 2007, 106: 39-58.
- JORGENSEN, R. N., CHRISTENSEN, L. K., BRO, R.: Spectral reflectance at sub-leaf scale including the spatial distribution discriminating NPK stress characteristics in barley using multiway partial least squares regression. *International Journal of Remote Sensing*, 2007, 28: 943-962.
- KŘEN, J.: Assessment of cereal stand structure and its changes during the growing season. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendeleianae Brunensis*, 2012, Vol. LX, No. 3, s. 243-249. ISSN 1211-8516
- PHILLIPS, S. B., KEAHEY, D. A., WARREN, J. G., MULLINS, G. L.: Estimating winter wheat tiller density using spectral reflectance sensor for early-spring, variable-rate nitrogen applications. *Agronomy Journal*, 2004, 96: 591-600.
- REYNIERS, M., VRINDTS, E., DE BAERDEMAEKER, J.: Comparison of an aerial-based system and an on the ground continuous measuring device to predict yield of winter wheat. *European Journal of Agronomy*, 2006, 24: 87-94.
- SERRANO, V. S. M., PRATS, C. J. M., ROMO, A.: Early prediction of crop production using drought indices at different time-scales and remote sensing data: application in the Ebro valley (North-East Spain). *International Journal of Remote Sensing*, 2006, 27: 511-518.
- STARKS, P. J., ZHAO, D. L., PHILLIPS, W. A., COLEMAN, S. W.: Development of canopy reflectance algorithms for real-time prediction of bermudagrass pasture biomass and nutritive values. *Crop Science*, 2006, 46: 927-934.
- ZHANG, J. H., WANG, K., BAILEY, J. S., WANG, R. C.: Predicting nitrogen status of rice using multispectral data at canopy scale. *Pedosphere*, 2006, 16: 108-117.
- ZHAO, C. J., ZHOU, Q. F., WANG, J. H., HUANG, W. J.: Spectral indices redefined in detecting nitrogen availability for wheat canopy. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 2004, 35: 853-864.
- ZHAO, C. J., LIU L. Y., WANG, J. H., HUANG, W. J., SONG, X. Y., LI, C. J.: Predicting grain protein content of winter wheat using remote sensing data based on nitrogen status and water stress. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 2005, 7: 1-9.
- ZIMOLKA, J., HRIVNA, L., JÁNSKÝ, J., MAREČEK, J., RICHTER, R.: Pšenice - pěstování hodnocení a využití zrna (Wheat – growing, grain evaluation and use). 1. vyd. Praha: Profi Press s.r.o., 2005, 180 s. ISBN 80-86726-09-6

OPTIMALIZÁCIA HNOJENIA VINIČA HROZNORODÉHO

Optimization of fertilization vinegrapes

OTTO LOŽEK – LADISLAV VARGA – LADISLAV DUCSAY

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

In three-year field experiment with 8 varieties of grape-vine grown in 8 localities the agronomical effectiveness of combined chloride-free NPKS fertilizer Duslofert Extra 14-10-20-7S was tested. Rate of 100 kg.ha⁻¹N+ 31.4 kg.ha⁻¹P + 118.6 kg.ha⁻¹K+ 50 kg.ha⁻¹S applied in the form of this fertilizer increased the yield of grape-vine by 1.29 t.ha⁻¹, that is by 13.7 % under the economical effectiveness $K_{EE} = 2.66$, natural effectiveness $K_{NE} = 12.9$ kg of grape-berries per 1 kg of N. Content of sugar was increased by 1.02 °C_{NM} and nutritional status of grape-vine plants was improved by increased content of N, P, K, S nutrients in grape-vine leaves in comparison to control treatment.

Key words: grapevine, fertilizers, foliar analysis, cultivars

ÚVOD

Vinič hroznorodý sa pestuje na danom stanovišti niekoľko desaťročí, preto si jeho výživa vyžaduje mimoriadnu starostlivosť pri zabezpečovaní dostatku živín v pôde. Ideálne je, keď pri zakladaní viniča sa úroveň živín doplní na optimálnu hladinu a následne pri nástupe rodivosti sa uskutočňuje nahradzovací systém hnojenia priemyselnými a organickými hnojivami (Braun, Vanek, 1985, Fecenko, Ložek, 2000, Dörd, Ložek, Hronský, 2012).

Pre účely zistenia výživného stavu viniča je potrebné okrem agrochemických analýz pôdy na obsah prístupných foriem makroživín a mikroelementov uskutočňovať v priebehu vegetácie viniča aj analýzu listov a to vo fáze kvitnutia a na začiatku máknutia bobúľ (Ložek, 1995, Vanek, 1996, Bugáňová, Ložek, Slamka, Barantal, 2012).

Na základe týchto informácií je možné uskutočňovať základnú výživu cez pôdu ku koreňovému systému viniča a doplnkovú výživu postrekom na list kvapalnými hnojivami (Ložek, 2006, Vanek, 1996).

MATERIÁL A METÓDA

Za účelom racionálneho hnojenia viniča hroznorodého bolo v rokoch 2006 až 2008 uskutočnených 8 poľných poloprevádzkových pokusov s odrodami Rizling vlašský, Veltlínske zelené, Müller Thurgau, Cabernet Sauvignon, André, Nitra, Chardonnay (2-krát).

Agrochemická charakteristika jednotlivých pokusných lokalít je uvedená v tabuľke 1. Na stanovenie pôdnych parametrov sa použili uzančné metódy používané v agrochémii.

Schéma troch variantov výživy bola nasledovná:

- 1 - kontrolný variant = nehnojený
- 2 - variant „LAD“ = 100 kg.ha⁻¹ N,
- 3 - variant „Duslofert NPKS“ = 100 kg.ha⁻¹ N+ 31,4 kg.ha⁻¹ P + 118,6 kg.ha⁻¹ K+ 50 kg.ha⁻¹ S

Dávky dusíka boli na hnojených variantoch rovnaké, a to 100 kg.ha⁻¹ N, t.j. na 1. intenzitu hnojenia viniča.

Dávky ostatných živín (P, K, Mg a S) zodpovedali ich obsahu v bezchloridovom hnojive Duslofert Extra NPKS 14-10-20-7S.

Aplikované množstvá fosforu a draslíka sa približujú odporúčaným dávkam P a K na 1. intenzitu hnojenia viniča, ktoré sú 35 kg P.ha⁻¹ a 135 kg K.ha⁻¹. Výmery variantov výživy sa pohybovali na jednotlivých lokalitách od 400 m² do 1050 m².

Opakovania boli 4 a predstavovali ¼ plochy pripadajúcej na 1 rad viniča v závislosti od sponu výsadby v danej lokalite. Hnojenie viniča sa uskutočňovalo ručne každý rok v období od 10. apríla do 15. mája na jednotlivých pokusných lokalitách.

Chemická ochrana proti chorobám, škodcom a burinám sa uskutočňovala analogicky, ako na prevádzkových plochách v konkrétnych pôdnoklimatických podmienkach daných poľnohospodárskych podnikov. Pri kvitnutí hrozna boli odobrané vzorky listov viniča a po ich vysušení a zhomogenizovaní sa v nich stanovil obsah makroživín a mikroživín.

Úroda hrozna sa zberala ručne a v mušte sa stanovila cukornatosť pomocou československého normalizovaného muštomeru (ČNM) s korekciou na teplotu. Úroda hrozna sa vyhodnotila z pohľadu ekonomickej efektívnosti (K_{EE}) a naturálnej efektívnosti dusíka (K_{NE-N}). Cena za 1 kg hrozna sa pohybovala od 0,30 EUR do 0,66 EUR v súlade s realizačnou cenou za konkrétnu odrodu v danom roku na príslušnom **poľnohospodárskom podniku, kde sa uskutočňovali výživárske pokusy s viničom hroznorodým. Priemerná** výkupná cena za 1 kg hrozna v rokoch 2006 až 2008 predstavovala 0,47 EUR.

Tabuľka 1 : Agrochemické ukazovatele rozboru pôdy na pokusných lokalitách viniča hroznorodého pred založením pokusov s danými odrodami

Lokalita pokusov	Odrody	Hĺbka (m)	pH/KCl	Humus %	Obsah prístupných živín (mg.kg ⁻¹ pôdy)				
					Nan	P	K	Mg	S
Šenkvice	Veltlínske zelené	0-0,3	6,55	1,85	14,5	95,5	345	295	14,1
		0,3-0,6	6,75	1,61	11,3	63,4	361	277	9,2
Šenkvice	Nitra	0-0,3	6,82	2,05	17,1	91,0	366	310	15,5
		0,3-0,6	6,95	1,77	13,5	77,7	375	275	11,6
Nenince	Chardonnay	0-0,3	6,05	1,35	13,5	62,5	260	253	14,4
		0,3-0,6	5,82	0,95	7,3	44,2	225	228	9,5
Mojmírovce	Chadronnay	0-0,3	6,35	2,25	14,0	66,5	477	295	11,5
		0,3-0,6	6,65	1,84	8,8	47,7	335	283	7,3
Dolný Ohaj	Rizling vlašský	0-0,3	6,90	2,57	11,0	97,5	635	335	20,0
		0,3-0,6	6,97	1,89	7,8	37,5	345	405	13,7
Nitra	Müller Turgau	0-0,3	6,44	1,75	12,2	58,3	238	215	11,6
		0,3-0,6	6,25	1,43	7,3	41,1	169	190	7,9
Dulovce	Cabernet Sauvignon	0-0,3	6,65	1,35	14,1	80,5	345	105	13,5
		0,3-0,6	6,52	0,85	9,5	62,5	313	85	9,4
Oponice	André	0-0,3	5,19	1,92	25,8	62,5	365	245	18,5
		0,3-0,6	6,54	1,35	12,2	55,0	325	415	12,2

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Dosiahnuté úrody hrozna na jednotlivých pokusných lokalitách na nehnojených a hnojených variantoch v priemere rokov 2006-2008 sú uvedené v tabuľke 2. Ekonomické a naturálne vyhodnotenie prírastku úrody hrozna vplyvom hnojenia Duslofertom Extra NPKS 14-10-20-7S a LAD je uvedené v tabuľke 3. Cukornatosť muštu pri rozdielnej výžive v daných rokoch je uvedená v tabuľke 4. Z týchto údajov vyplýva, že priemerné zvýšenie úrody hrozna z 8 pokusov s viničom účinkom NPKS hnojenia predstavovalo 1,29 t.ha⁻¹, t.j. o 13,7 % oproti kontrole, pričom sa dosiahla relatívne vysoká ekonomická aj naturálna efektívnosť hnojenia v daných pôdnoklimatických podmienkach rokov 2006-2008, keď K_{EE} bol 2,66, K_{NE-N} bol 12,9 kg hrozna na 1 kg aplikovaného dusíka. Použitie samotnej dusíkatej výživy vo forme LAD spôsobilo podstatne nižší efekt. Zvýšenie úrody hrozna bolo o 0,47 t.ha⁻¹, t.j. o 5,0 %, K_{EE} bol 2,43 a K_{NE-N} činil 4,7.

Evidentne vyššia efektívnosť hnojiva Duslofert Extra NPKS oproti LAD sa prejavila vo všetkých troch pokusných rokoch. Analogicky vyšší úrodový aj finančný efekt sa dosiahol pri hnojení odrôd Lipovina, Muškát žltý a Furmint v Tokajskej vinohradníckej oblasti v Malej Tíni vplyvom Dusloferty Extra NPKS oproti DAMu v rokoch 2006 a 2007 (Krempa, Ložek, Varga, 2012).

Tabuľka 2: Dosiahnuté úrody hrozna (t.ha⁻¹) na pokusných lokalitách v rokoch 2006-2008 pri NPKS výžive

Lokalita pokusov	Použité odrody	Úroda hrozna (t.ha ⁻¹)		
		Varianty hnojenia		
		Kontrolný	LAD	Duslofert 14-10-20-7S
Šenkvice	Veltlínske zelené	13,30	13,64	14,13
Šenkvice	Nitra	10,43	11,12	12,34
Mojmírovce	Chardonnay	9,57	10,01	10,45
Dolný Ohaj	Rizling vlašský	11,75	12,23	13,50
Nitra	Müller Thurgau	7,97	8,26	8,64
Dulovce	Cabernet Sauvignon	8,65	8,89	9,51
Oponice	André	8,64	9,09	9,49
Nenince	Chardonnay	5,04	5,87	7,61
Priemer		9,42	9,89	10,71
Vyjadrenie v relatívnych percentách variant „Kontrolný“ = 100 %				
Šenkvice	Veltlínske zelené	100	102,6	106,2
Šenkvice	Nitra	100	106,6	118,3
Mojmírovce	Chardonnay	100	104,6	109,2
Dolný Ohaj	Rizling vlašský	100	104,1	114,9
Nitra	Müller Thurgau	100	103,6	108,4
Dulovce	Cabernet Sauvignon	100	102,8	109,9
Oponice	André	100	105,2	109,8

Lokality pokusov	Použité odrody	Úroda hrozna (t.ha ⁻¹)		
		Varianty hnojenia		
		Kontrolný	LAD	Duslofert 14-10-20-7S
Nenince	Chardonnay	100	116,5	150,0
Priemer		100	105,0	113,7

Tabuľka 3: Ekonomické vyhodnotenie prírastku úrody hrozna vplyvom NPKS hnojenia v rokoch 2006-2008

Pokusné roky	Použité hnojivá	Úroda hrozna		Prírastok úrody (t.ha ⁻¹)	K _{EE}	K _{NE-N}
		t.ha ⁻¹	Rel.%			
2006	Kontrola	8,60	100	-	-	-
	LAD	9,05	105,2	0,45	2,85	4,5
	Duslofert	10,10	117,4	1,50	3,63	15,0
2007	Kontrola	9,63	100	-	-	-
	LAD	10,12	105,1	0,49	2,75	4,9
	Duslofert	10,72	111,3	1,09	2,58	10,9
2008	Kontrola	10,06	100	-	-	-
	LAD	10,50	104,4	0,44	1,69	4,4
	Duslofert	11,32	112,5	1,26	1,77	12,6
Priemer rokov 2006-2008	Kontrola	9,42	100	-	-	-
	LAD	9,89	105,0	0,47	2,43	4,7
	Duslofert	10,71	113,7	1,29	2,66	12,9

Z priemerných hodnôt cukrnatosti z 8 odrôd viniča a 3 rokov, t.j. 24 pokusov vyplýva, že samotná N-výživa ovplyvnila cukrnatosť muštu len o 0,15 °ČNM, ale NPKS výživa, t.j. prídavok fosforu, draslíka a síry vo forme hnojiva Duslofert Extra zvýšil priemernú cukrnatosť oproti LAD o 0,87 °ČNM. Oproti nehnojenej kontrole sa vplyvom NPKS výživy zvýšila cukrnatosť o 1,02 °ČNM (Tabuľka 4).

Tabuľka 4: Cukrnatosť hrozna (°ČNM) na pokusných lokalitách v rokoch 2006 až 2008 pri NPKS výžive

Pokusné roky	Varianty hnojenia	Cukrnatosť (°ČNM)	Relatívne %	Prírastok cukrnatosti (°ČNM)
2006	Kontrola	21,10	100	-
	LAD	21,25	100,7	0,15
	Duslofert	22,00	104,3	0,90
2007	Kontrola	20,00	100	-
	LAD	20,10	100,5	0,10
	Duslofert	21,10	105,5	1,10
2008	Kontrola	18,25	100	-
	LAD	18,45	101,1	0,20
	Duslofert	19,30	105,8	1,05
Priemer rokov 2006-2008	Kontrola	19,78	100	-
	LAD	19,93	100,8	0,15
	Duslofert	20,80	105,2	1,02

Obsahy makro a mikroživín v listoch potvrdili priaznivý efekt aplikovanej výživy, ktorý sa prejavil najmä pri mierne vyššom obsahu dusíka, fosforu, draslíka a síry v listoch oproti nehnojenej kontrole. Taktiež sa dosiahol optimálny pomer živín na základe listovej diagnostiky (Ložek, 2010) najmä pri pomeroch N:P, N:K, K:Mg, Fe:Mn a malý deficit síry a zinku pri pomere N:S a P:Zn vo fáze kvitnutia viniča.

ZÁVERY

Na základe dosiahnutých výsledkov z 3 ročných poľných pokusov na 8 odrodách viniča hroznorodého v 8 pokusných lokalitách pri aplikovaní NPKS výživy je možné vyvodit' nasledovné závery:

1. Pôdna aplikácia 100 kg.ha⁻¹ N + 31,4 kg.ha⁻¹ P + 118,6 kg.ha⁻¹ K + 50 kg.ha⁻¹ S vo forme kombinovaného bezchloridového NPKS hnojiva Duslofert Extra 14-10-20-7S zvýšila úrodu hrozna o 1,29 t.ha⁻¹, t.j. v 13,7 % oproti kontrole, pričom sa dosiahla priaznivá ekonomická aj naturálna efektívnosť hnojenia.
2. Použitá dávka Duslofetu Extra zvýšila priemernú cukrnatosť hrozna o 1,02 °ČNM oproti kontrole v 24 poľných poloprevádzkových pokusov s viničom.

3. Zlepšil sa výživný stav viniča, zvýšením obsahu makroživín N, P, K, S v listoch oproti kontrole a taktiež sa dosiahol optimálny pomer N:P, N:K, K:Mg a Fe:Mn vo fáze kvitnutia v listoch viniča.

LITERATÚRA

- BRAUN, J. – VANEK, G.: Pestujeme vinič. Príroda, Bratislava. 1985, 216 s.
- BUGÁŇOVÁ, S., LOŽEK, O., SLAMKA, P., BARANTAL, S.: Vplyv výživy na úrodu a kvalitu viniča hroznorodého. Agrochémia 2012, č. 3, s. 25-30
- DŮRŤ, L., LOŽEK, O., HRONSKÝ, Š.: Vplyv klimatických faktorov na kvalitu hrozna a vína v Modrokamenskom vinohradníckom rajóne. Nitra, SPU, 2012, 103 s.
- FECENKO, J. – LOŽEK, O. 2000. Výživa a hnojenie poľných plodín. Nitra, SPU, 2000, 442 s.
- KREMPA, P., LOŽEK, O., VARGA, L.: Vplyv diferencovanej minerálnej výživy N, P, K, Mg, S na kvalitu a kvantitu hrozna vo vinohradníckej oblasti Tokaj. Nitra, SPU, 2012, 103 s.
- LOŽEK, O. Hnojenie záhradných plodín. Nitra, VŠP, 1995, 165 s.
- LOŽEK, O. In Tokajské vinohradníctvo a vinárstvo na Slovensku. SPU Nitra, 2006, s. 36-40.
- LOŽEK, O.: Efektívnosť hnojenia Duslofertom Extra 14-10-20-75 pri pestovaní viniča hroznorodého. Agrochémia 2010, č. 1, s. 17-23
- VANEK, G. et al.. Vinič 3. Pestovanie. Bratislava: Príroda, 1996, 149 s.

VLIV DLOUHODOBÉHO HNOJENÍ NA VÝNOSY PLODIN V POKUSNÝCH STANICÍCH ČÁSLAV, IVANOVICE A LUKAVEC

Effect of long-term fertilizer application on the yield in Čáslav, Ivanovice and Lukavec stations

EVA KUNZOVÁ – MICHAL HEJCMAN – LUKÁŠ HLISNIKOVSÝ
Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Drnovská 507, 161 06 Praha 6- Ruzyně

The dry matter yield of the main and the second products of mineral and organic fertilisation three long-term field experiments established in 1955 was evaluated. Results of the experiments show significant effect of fertilizer regime, the type of soil and weather conditions. Application of mineral fertilizers provided highest yields and increased the quality parameters. Good response of crops on mineral fertilizers can be expected especially on soils with low mineral base and in higher altitudes.

Key words: long-term field experiment, crop rotations, dry matter, mineral fertilisation, organic fertilisation, grain yield

ÚVOD

Dlouhodobé polní pokusy prováděné v různých půdních a klimatických podmínkách ČR jsou nezbytné pro hodnocení produktivity a setrvalosti systémů hospodaření na orné půdě. Na nehnojených variantách byla produktivita osevního postupu vyšší, a to zřejmě v důsledku přínosu symbiotické fixace dusíku, která může představovat zvýšení až o 250 kg N.ha⁻¹ (Brady, 1996).

Organické hnojení je důležitou součástí zemědělských systémů. Nejběžnější organické hnojivo používané v průběhu staletí byl chlévský hnůj. Jeho blahodárné účinky se významnou mírou podílejí na výnosech plodin, kvalitě produktů a také na vlastnostech půd (Körschens et al. 1998, 2004, 2010). Organické a minerální hnojení zvyšovalo příjem dusíku pěstovanými plodinami. Účinnost hnojení dusíkem byla vyšší při alternativním pěstování cukrovky a jarní pšenice než v devítihoněm osevním postupu (Kubát et al. 2003).

Tento příspěvek se zabývá hodnocením výnosu plodin na nehnojených parcelách a vztahy mezi efektivní nabídkou N a výnosy plodin v dlouhodobých pokusech Čáslav, Ivanovice na Hané a Lukavec u Pacova v letech 2001-2008.

MATERIÁL A METODY

Dlouhodobé pokusy s hnojením v různých osevních postupech byly založeny v roce 1955 v odlišných výrobních oblastech a půdně-klimatických podmínkách v Čáslavi, Ivanovicích a Lukavci (Tabulka 1). Experimentální pole bylo rozděleno do 4 sousedících bloků. Každý pás se skládá z 12 hnojených variant ve čtyřech opakováních. Rozměr každé hnojené varianty je 8 x 8 m (9 x 9 v Čáslavi), pouze vnitřních 5 x 5 m je využíváno k vědeckým účelům. S výjimkou nehnojené varianty 21, je hnůj skotu aplikován v dávce (HnS) 40 t.ha⁻¹ každé čtyři roky na podzim k okopaninám.

Tabulka 1: Půdně-klimatické podmínky pokusů VOP

Stanice	Čáslav	Ivanovice	Lukavec
Poloha	49°53'29" N 15°45'00" W	49°18'51" N 17°06'20" W	49°33'30" N 14°58'51" W
Výrobní oblast	řepařská	řepařská	bramborářská
Klimatický region	teplý, mírně vlhký	teplý, mírně suchý	mírně teplý, vlhký
Nadmořská výška	225 (mm)	263 (mm)	620 (mm)
Prům.roč. srážky	555 (mm)	556 (mm)	686 (mm)
Prům. roč. teplota	8.9 °C	8.4 °C	6.8 °C
Půdní typ	šedozem-modální	degradovaná černozem	kambizem
Obsah jílu	20.7%	22.1%	13.4%
Humusový horizont	40-50 (cm)	40 (cm)	18-25 (cm)

Pokusy VOP v každé lokalitě obsahují 4 bloky se stejnými parcelami a tyto bloky se liší pouze tím, že stejný osevní postup je posunut o jeden rok, tj. během jedné osmihoně rotace se na všech

blocích vystřídají všechny plodiny s tím, že byly pěstovány v různých letech. Vyhodnotili jsme období jednoho osmihonného osevního postupu, 2001 až 2008 a použili jsme postup podle Rühlmann a von Gagem (2008), který zahrnuje produkci sušiny hlavního a vedlejšího produktu, vstupy N a dalších živin z organických a minerálních hnojiv a vstupy N z ostatních zdrojů. Vypočetli jsme efektivní nabídku N a vyhodnotili jsme vztahy mezi efektivní nabídkou N a výnosy hlavního a vedlejšího produktu. V období 2001 až 2008 proběhla v pokusech VOP jedna osmihonná rotace, stejná ve všech lokalitách. Na jednotlivých blocích byly pěstovány plodiny uvedené v tabulce č. 2.

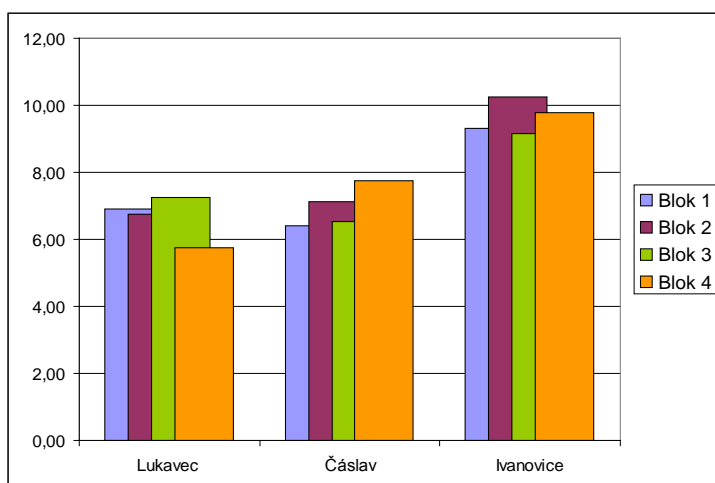
Tabulka 2: Osevní sled na pokusech VOP v letech 2001-2008

Rok	Blok 1	Blok 2	Blok 3	Blok 4
2001	Ječmen jarní s podsevem	Brambory	Triticale	Řepka ozimá
2002	Jetel luční	Ječmen jarní s podsevem	Brambory	Triticale
2003	Pšenice ozimá	Jetel luční	Ječmen jarní s podsevem	Brambory
2004	Kukuřice silážní	Pšenice ozimá	Jetel luční	Ječmen jarní s podsevem
2005	Ječmen jarní	Kukuřice silážní	Pšenice ozimá	Jetel luční
2006	Řepka ozimá	Ječmen jarní	Kukuřice silážní	Pšenice ozimá
2007	Triticale	Řepka ozimá	Ječmen jarní	Kukuřice silážní
2008	Brambory	Triticale	Řepka ozimá	Ječmen jarní

VÝSLEDKY

1) Posouzení produktivity stanoviště – výnosy plodin na nehnojených parcelách

K posouzení produktivity stanoviště se používají výnosy suché hmoty (SH) na nehnojených parcelách. Vypočetli jsme průměrné hodnoty výnosů sušiny hlavního a vedlejšího produktu na parcelách, které od založení pokusů v roce 1955 nebyly hnojeny organicky ani minerálně. Výsledky jsou uvedeny na obr. 1.

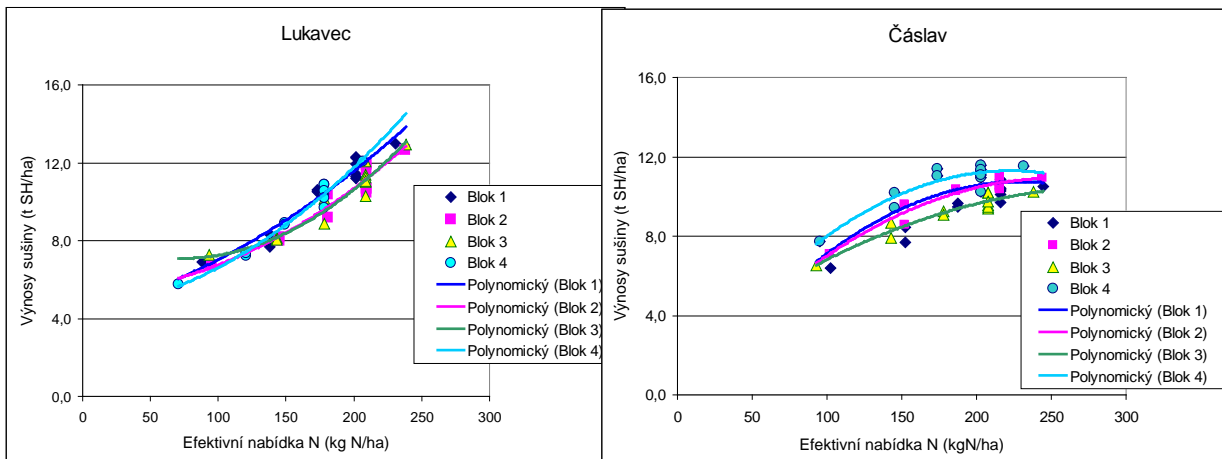


Obr. 1: Průměrné výnosy sušiny (SH) hlavního a vedlejšího produktu na nehnojených parcelách dlouhodobých polních pokusů VOP za osevní postup 2001 až 2008 (t (tSH/ha)).

Rozdíly v průměrných výnosech mezi lokalitami představují rozdíly mezi půdními a klimatickými podmínkami stanoviště – z hlediska pěstování daných plodin (pro daný osevní postup). Zatímco mezi lokalitami v Lukavci a v Čáslavi nebyly zjištěny významné rozdíly ve výnosech hlavního a vedlejšího produktu pěstovaných plodin, které se pohybovaly kolem 6 až 7 t SH/ha, v Ivanovicích byla hladina výnosů o cca 3 t SH/ha vyšší.

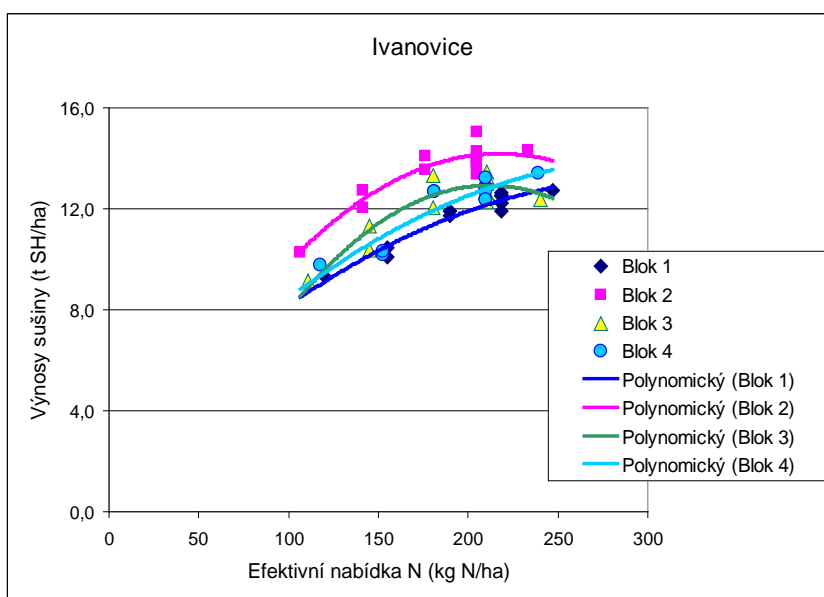
2) Vztahy medzi efektívnou nabídkou N a výnosy plodín

V pokusech VOP jsme k hodnocení vztahů mezi efektivní nabídkou N a výnosy sušiny hlavního a vedlejšího produktu za celý osmiroční oševní postup (2001 až 2008) použili metodu podle Rühlmann a von Gagem (2008). K přehlednějšímu znázornění vztahů mezi průměrnými hodnotami nabídky N v jednotlivých pokusech, blocích, variantách a výnosech sušiny jsme použili polynomy 2. stupně. Výsledky jsou uvedeny na obr. 2 - 4.



Obr. 2: Vztahy mezi efektivní nabídkou N a výnosy sušiny hlavního a vedlejšího produktu – VOP Lukavec

Obr. 3: Vztahy mezi efektivní nabídkou N a výnosy sušiny hlavního a vedlejšího produktu – VOP Čáslav



Obr. 4: Vztahy mezi efektivní nabídkou N a výnosy sušiny hlavního a vedlejšího produktu – VOP Ivanovice

ZÁVĚRY

- Výnosy sušiny hlavního a vedlejšího produktu se pohybují v přibližně stejném intervalu v Lukavci a v Čáslavi, vyšší o cca 3 t SH/ha ročně vyšší jsou v Ivanovicích. V pokusech v Lukavci a v Čáslavi byla prakticky stejná efektivní nabídka N, zatímco v Ivanovicích byla v průměru o cca 20 kg N/ha vyšší. Přírůstek výnosu sušiny na 1 kg N by tak odpovídal málo pravděpodobně hodnotě 150 kg SH/kg N. Vyšší výnos sušiny hlavního a vedlejšího produktu v Ivanovicích oproti stanovištím v Lukavci a v Čáslavi je proto zřejmě důsledkem jak vyšší efektivní nabídky N, tak také vyšší přirozené půdní úrodnosti.

- Výnosové křivky mají vrcholový charakter s maximem na hladině 200 až 250 kg N/ha efektivní nabídky N v Čáslavi a v Ivanovicích. Oproti tomu je v Lukavci i na této hladině efektivní nabídky N patrný stále rostoucí trend výnosů sušiny hlavního a vedlejšího produktu. Když je efektivní nabídka N v Lukavci o cca 20 kg N/ha nižší než v Ivanovicích, je zřejmé, že maximální výnos hlavního a vedlejšího produktu je dosaženo při vyšší hladině efektivní nabídky N. Pro dosažení maximálních výnosů, je tedy na kambizemi v Lukavci potřebná vyšší efektivní nabídka N, což při daném osevším postupu znamená vyšší dávky organických nebo minerálních N hnojiv.
- Rozdíly mezi bloky v téže lokalitě ve výnosových křivkách jsou způsobeny průběhem počasí v celém sledovaném období 2001 až 2008. Pokud v roce pěstování plodiny s vyšším výnosem sušiny hlavního a vedlejšího produktu (např. silážní kukuřice) byl příznivý vývoj počasí, bylo dosaženo vysokých výnosů. Jestliže v následujícím roce byly naopak povětrnostní podmínky nepříznivé (např. sucho), týká se to propadu výnosů sousedního bloku, na němž v předchozím příznivém roce byla pěstována plodina s nižším výnosem (např. obiloviny). V Lukavci jsou rozdíly ve výnosových křivkách mezi bloky nejmenší, naopak v Ivanovicích jsou největší. Příčinou je vyšší závislost lokality v Ivanovicích na průběhu počasí, především nedostatku vláhy v kritických obdobích.

Dedikace a poděkování. Tento příspěvek byl finančně podporován z projektu Ministerstva zemědělství ČR QJ1210211.

LITERATURA

- BRADY, N.C. (1996): The nature and properties of soils. Prentice Hall of India, New Delhi, p. 320.
- KÖRSCHENS, M., WEIGEL, A., SCHULZ E. 1998. Turnover of soil organic matter (SOM) and long-term balances—tools for evaluating sustainable productivity of soils. Zeitschr. Pflanzener. Boden., 161:409–424
- KÖRSCHENS, M., et al. 2004: Humusbilanzierung. Methode zur beurteilung und Bemessung der Humusversorgung von Ackerland. VDLUFA Standpunkt, VDLUFA Selbstverlag.
- KÖRSCHENS M. 2010: Der organische Kohlenstoff im Boden (Corg) – Bedeutung, Bestimmung, Bewertung. Arch. Agron. Soil Sci. 56(4):375-392.
- KUBÁT, J., KLÍR, J., POVA, D. 2003: The dry matter yields, nitrogen uptake, and the efficacy of nitrogen fertilisation in long-term field experiments in Prague. Plant, Soil and Env. 49(8):337-
- RÜHLMANN, J., VON GAGEM, W. 2008. Vergleichende Auswertung der Dauerfeldversuche und deren Bedeutung für die Bodennutzung. Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Verbraucherschutz des Landes Brandenburg, Potsdam, pp. 148-178.

FRAKCIE PÔDNEJ ORGANICKEJ HMOTY S KRÁTKYM KOLOBEHOM A SPÔSOB HOSPODÁRENIA NA PÔDE

Fractions of soil organic mater with short turnover and soil management system

ERIKA TOBIAŠOVÁ

Katedra pedológie a geológie FAPZ – Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

In this study, the differences in the assessment of various forms of carbon in relation to soil type and land use, and the suitability of their use for monitoring of changes in soil organic matter were evaluated. The experiment included two soil types (Haplic Chernozem, Eutric Fluvisol) and four types of ecosystems, which present different land uses and management (forest ecosystem, meadow ecosystem, urban ecosystem, and agro-ecosystem). The total organic carbon, labile carbon (C_L), and hot water extractable organic carbon (HWEOC) were studied in the horizons of the soils. The contents of all forms of carbon in humus horizon were significantly affected by land use, in particular by the nature of the vegetation, while in the deeper parts of the soil profile, influence of soil genesis was dominant. Higher contents of labile forms of carbon in agro-ecosystem are the result of the application of farmyard manure, incorporation of crop residues, and soil aeration, while their stratification in the soil profile is strongly influenced by the soil types. The most significant differences in coefficient of stratification in relation to soil type were in case of C_L and in relation to land use in HWEOC.

Key words: total organic carbon, labile carbon, hot water extractable organic carbon

ÚVOD

Pôda je najväčším rezervoárom uhlíka na zemi (Janzen, 2004), ktorý je výrazne ovplyvňovaný vlastnosťami pôdy samotnej, ako i spôsobmi jej obhospodarovania (Pulleman a Marinissen, 2004; Six et al., 2004). Pre udržanie produkčnej schopnosti pôdy je však dôležité zabezpečenie dostatočného obsahu pôdnej organickej hmoty (Tobiašová, 2010). Okrem množstva vstupov organického uhlíka je dôležitá aj ich kvalita, ktorá určuje rýchlosť ich stabilizácie aj kolobeh živín v pôde (Chivenge, 2011). Kvalita je daná najmä obsahom labilných zložiek organickej hmoty (Cookson et al., 2008). Labilná organická hmota pôdy reaguje citlivo na zmeny vo vegetácii a spôsobe využívania pôdy (Laik et al., 2009; Wang a Wang, 2011), pretože je náchylnejšia na rozrušovanie pôdy (Tian et al., 2013). Vodou extrahovateľný organický uhlík zohráva významnú úlohu aj v globálnom kolobehu uhlíka (Bu et al., 2011). Stratifikácia pôdnej organickej hmoty je prirodzeným procesom, ktorý je výrazne ovplyvňovaný spôsobom obhospodarovania pôdy a Franzluebbbers (2002) zadefinoval tento fenomén ako koeficient stratifikácie. Cieľom práce bolo zistenie rozdielov v hodnotení rôznych foriem uhlíka vo vzťahu k pôdnemu typu a spôsobu hospodárenia na pôde a vhodnosť ich využitia pre sledovanie zmien v pôdnej organickej hmote.

MATERIÁL A METÓDA

Záujmové územia sa nachádzajú v Podunajskej nížine. Geologickým substrátom sú neogénne íly, piesky a štrky, ktoré sú na väčšine územia prekryté sprašami a sprašovými hlinami. Pozdĺž rieky Nitra a Váh sa nachádzajú fluvialne sedimenty. Reliéf Podunajskej roviny je monotónny, väčšinu tvorí nivná rovina s agradačnými valmi. Na pahorkatine je reliéf zväčša zvlnený. Pahorkatina je pokrytá sprašami a sprašovými hlinami. Miestami z nich vystupujú neogénne kryhy z ílov, pieskov a štrkov. Pahorkatiny sú rozčlenené úvalinami, úvalinovitými dolinami a vystúpenými neogénnymi kryhami (Šamaj, 1991). Priemerné ročné teploty v skúmaných lokalitách sú 9,8°C (Šaľa) a 9,7 °C (Močenok) a priemerné úhrny zrážok za rok 568 mm (Šaľa) a 560 mm (Močenok) (Korec et al. 1997).

Do pokusu boli zaradené dva pôdne typy (černozeme a fluvizem) a štyri ekosystémy (lesný, lúčny, urbánny a agro-ekosystém). Lesný ekosystém tvorila na fluvizemi lužná vegetácia s hustým bylinným podrastom a na černoze mi dubový les s minimálnym zastúpením krovinej etáže. Vegetačným krytom lúčneho aj urbánneho ekosystému boli predovšetkým trávy. Lúčny ekosystém mal viac ako 30 rokov a pestrejšiu bylinnú vegetáciu ako urbánny ekosystém, ktorý bol súčasťou zelene obce. Vegetačný kryt v agro-ekosystéme bol odrazom pestovaných plodín (obilniny – hlavne kukurica - 50 %, cukrová repa - 30 %, olejniný - 10 % a zvyšok ostatné plodiny), pričom išlo o reálne poľné podmienky.

Vzorky pôdy pre stanovenie rôznych foriem uhlíka organickej hmoty pôdy boli odoberané z pôdnych sond po diagnostických horizontoch. Odbery boli realizované na jar v troch opakovaniach. Pôdne vzorky boli sušené pri laboratórnej teplote 25±2°C a zomleté. Z jednotlivých foriem uhlíka v nich bol stanovený obsah celkového organického uhlíka (TOC) - oxidimetricky metódou Ťurina (Orlov a Grišina, 1981), labilný uhlík (C_L) (Loginov et al., 1987) a horúcou vodou extrahovateľný organický uhlík (HWEOC) (Körchens a Schultz, 1999). Zároveň bol vypočítaný koeficient stratifikácie pre stanovované formy uhlíka (Franzluebbbers, 2002).

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Obsahy celkového organického uhlíka (TOC) v humusovom horizonte daných pôdnych typov boli ovplyvnené spôsobom jej využívania (obr. 1 a 2). Kým na černoze v humusovom horizonte bol najvyšší obsah TOC v agro-ekosystéme, na fluvizemi to bol lesný ekosystém s jeho najvyšším obsahom. Na černoze bol obsah TOC v spomínanom horizonte naopak najnižší. V prípade prirodzených ekosystémov zaznamenávame najvyššie obsahy uhlíka, pretože všetky zdroje organickej hmoty v nich zostávajú. Uvedené odlišnosti sú však výsledkom jeho prerozdelenia v pôdnom profile. V černoze bol výraznejší nadložný opadankový horizont, v ktorom sa kumulovala väčšina organických zdrojov, pretože premiešavanie so spodnejšími vrstvami pôdneho profilu je v lese obmedzené, až žiadne (Arevalo et al., 2009). Navyše v ňom dominoval opad stromov. V lesnom ekosystéme na fluvizemi dominovala hydrofilnejšia vegetácia, s hustejším bylinným podrastom, teda aj výraznejším prekoreniením, výsledkom čoho bol nielen na organické zdroje bohatý nadložný horizont, ale aj vyšší obsah uhlíka v humusovom horizonte v porovnaní s černoze. Vplyv charakteru lesnej vegetácie, na množstvo a dynamiku uhlíka, popisujú viacerí autori (Paul et al., 2002; Quideau et al., 2001). Na černoze nasledoval po lesnom ekosystéme lúčny a urbánny ekosystém a najvyšším obsahom TOC sa vyznačoval agro-ekosystém, čiže poradie úplne opačné ako by sme očakávali. Vyššie obsahy v lúčnom a urbánnom ekosystéme boli podmienené vegetačným krytom, ktorým boli v oboch prípadoch trávy, teda ich koreňový systém spolu s koreňovými exudátmi. Vertikálna distribúcia koreňov je hlavným faktorom ovplyvňujúcim distribúciu uhlíka v pôdnom profile (Liang et al., 2000). Najvyššie obsahy TOC v agro-ekosystéme boli výsledkom predovšetkým dostatočného hnojenia maštalným hnojom. Aj v prípade fluvizeme boli vyššie obsahy TOC v agro-ekosystéme ako v lúčnom ekosystéme práve z dôvodu dostatočného hnojenia maštalným hnojom. Urbánny ekosystém v tomto prípade tvoril trávnik, kde po kosení nadzemná hmota neodchádzala. Napriek všetkým rozdielom však obsahy TOC môžeme považovať za stabilnejší indikátor, charakterizujúci pôdu danej lokality.

Na posúdenie zmien v množstve a kvalite pôdnej organickej hmoty však potrebujeme indikátory, ktoré sa menia v kratšom časovom intervale, teda reagujú citlivejšie na zásahy do pôdy. Takými sú labilné formy uhlíka (Blair et al., 1995; Tobiašová, 2010; Wang a Wang, 2011), teda labilný uhlík oxidovateľný KMnO_4 (C_L) a v ešte užšom vymedzení horúcou vodou extrahovateľný organický uhlík (HWEOC). Obsahy C_L boli v černoze najvyššie v agro-ekosystéme (obr. 1 a 2), kde ich hlavným zdrojom je maštalný hnoj, ktorým sa do pôdy dostávajú nielen obrovské množstvá stabilných organických látok, ale aj labilných (Qualls a Haines, 1992; Blair et al., 2003). Na fluvizemi bol obsah C_L v porovnaní s agro-ekosystémom ešte vyšší v lesnom ekosystéme, čo zase súvisí s charakterom vegetácie, ktorá tu bola bohatšia. V humusovom a prechodnom horizonte černoze mal TOC aj C_L najvyššie zastúpenie v agro-ekosystéme, avšak v substráte boli už ich obsahy práve v tomto ekosystéme najnižšie. V prípade fluvizeme však labilné formy uhlíka mali výrazne vyššie zastúpenie v hlbších častiach pôdneho profilu práve v agro-ekosystéme. Ako vidieť, ich prerozdelenie v pôdnom profile je výrazne ovplyvnené pôdnym typom. V prípade černoze mal už C_L aj HWEOC v C-horizonte agro-ekosystému najnižšie zastúpenie a v lesnom ekosystéme naopak najvyššie, teda opačné, ako v horizontoch nad ním. Aj v prípade fluvizeme bola situácia opačná. V G-horizonte už mali tieto formy uhlíka podstatne vyššie zastúpenie v agro-ekosystéme ako v lesnom ekosystéme. Minerálne zložky pôdy sa môžu podieľať na stabilizácii organických častíc a molekúl (von Lützow et al., 2006). V černoze sa v C-horizonte prejavil vplyv karbonátov. Podľa von Lützow et al. (2006) sa pôsobením iónov Ca organické molekuly vyzrážajú, čím sa stávajú stabilizovanejšími. Naopak vo fluvizemi sa prejavil zase účinok vody. Podľa Kaiser a Kalbitz (2012) sa dažďová voda obohacuje o rozpustené organické zložky už pri prechode vegetačným krytom, preto sú tu vrchné časti pôdy bohatšie na tieto organické látky ako v černoze. V prípade fluvizeme však ide aj o pôsobenie vody zdola, teda pôdny profil je ovplyvňovaný hladinou podzemnej vody. Na jednej strane je vyššia vlhkosť pôdy limitujúcim faktorom oxidácie organických látok (Meersmans et al., 2008), na druhej strane, keď sa nachádza hladina podzemnej vody v blízkosti koreňovej zóny rastlín, môže byť významným zdrojom vody prostredníctvom prenosu zo zóny kapilárneho nasýtenia do koreňovej zóny (Ayars et al., 2006), čím sa podporí aj produkcia labilnejších zdrojov uhlíka, najmä látok pochádzajúcich z výlučkov koreňov mikrobiálnej činnosti. Keďže tu ide o vlhkejšie prostredie ako v prípade černoze, do spodnejších častí pôdneho profilu sú transportované aj labilné zložky pochádzajúce z maštalného hnoja, preto sú obsahy C_L aj HWEOC vyššie v hlbších častiach pôdneho profilu v agro-ekosystéme ako v lesnom ekosystéme. Celkovo, rozpustná organická hmota povrchových vrstiev pôdy pochádza predovšetkým z vegetácie, kým v hlbších vrstvách pôdneho profilu je skôr mikrobiálneho pôvodu (Kaiser et al., 2004). Navyše, lesný opad je bohatší na fenolické, ťažšie rozložiteľné látky, ktoré sa kumulujú predovšetkým vo vrchnejších častiach pôdneho profilu a do spodnejších častí sa tým dostáva menej labilnejších zložiek. V agro-ekosystéme je zdrojom labilných zložiek práve maštalný hnoj, ktorý navyše stimuluje mikrobiálnu aktivitu, obohacuje pôvodnú mikrofaunu. Veľké množstvo rozpustného uhlíka je okamžite prítomné v pôde aj po dodaní organických zvyškov (Zsolnay a Görözlitz, 1994), ktoré sú v agro-ekosystéme zapracované do pôdy. Navyše, zdrojom labilnejších foriem uhlíka v hlbších častiach pôdneho profilu agro-ekosystému je aj orba, ktorá mobilizuje labilné, vodorozpustné zložky pôdnej organickej hmoty (Koch a Stockfisch, 2006).

Rôzne prerozdelenie uhlíka v pôdnom profile vyjadruje najlepšie koeficient stratifikácie uhlíka (obr. 3). Väčšie hodnoty tohto parametra boli v prípade všetkých foriem uhlíka zaznamenané černozeми ako vo fluvizemi, pričom najvýraznejšie rozdiely boli pozorované v prípade C_L. Rozdiely v HWEOC boli menej výrazné, čo je podmienené jeho možným vyplavením do spodnejších vrstiev pôdného profilu, čomu nasvedčujú aj menšie rozdiely v prípade fluvizeme ako černozeми. Jeho väčšia mobilita je výsledkom nielen pôsobenia vody v pôdnom profile, ale aj obrábania pôdy (Koch a Stockfisch, 2006). Čím väčšia je hodnota tohto parametra, tým priaznivejší stav v pôde indikuje a v tomto prípade boli hodnoty najvyššie v lúčnom ekosystéme a nie v lesnom ako by sme očakávali, pretože hlavné množstvo organickej hmoty sa kumuluje v nadložnom horizonte a v práci sa posudzoval humusový horizont. Dokonca v prípade C_L boli hodnoty koeficientu stratifikácie v porovnaní s lesným ekosystémom vyššie aj v agro-ekosystéme, čo je výsledkom aplikácie maštalného hnoja a zaorávania pozberových zvyškov v povrchovej vrstve pôdy, ale v prípade HWEOC už dochádza k jeho pohybu aj do spodnejších častí pôdného profilu, preto sa hodnota tohto parametra znižuje. Aj táto skutočnosť poukazuje na vhodnejšie, pre posudzovanie zmien v SOM, využitie jej labilnejších foriem.

ZÁVERY

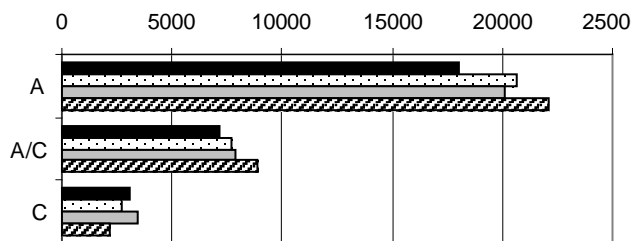
- Obsahy jednotlivých foriem uhlíka boli v humusovom horizonte výrazne ovplyvňované spôsobom využívania pôdy, predovšetkým charakterom vegetácie, kým v hlbších častiach pôdného profilu prevládol vplyv genézy pôdy.
- Vyššie obsahy labilnejších foriem uhlíka v agro-ekosystéme sú výsledkom aplikácie maštalného hnoja, zaorávania pozberových zvyškov a kyprenia pôdy, pričom ich rozvrstvenie v pôdnom profile je výrazne ovplyvnené samotným pôdnym typom.
- Najvýraznejšie rozdiely v koeficientoch stratifikácie boli vo vzťahu k pôdnemu typu v C_L a vo vzťahu k spôsobu využívania pôdy v HWEOC.

PodĎakovanie. Príspevok vznikol za finančnej podpory projektu VEGA 1/0124/13.

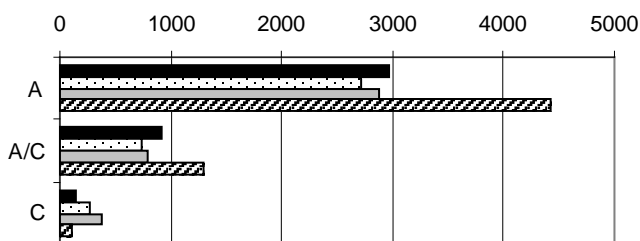
LITERATÚRA

- AREVALO, C.B.M. - BHATTI, J.S. - CHANG, S.X. - SIDDEES, D.: Ecosystem carbon stocks and distribution under different land-uses in north central Alberta, Canada. In: *Forest Ecol. Manag.*, roč. 257, 2009, s. 1776-1785.
- AYARS, J.E. - CHRISTEN, E.W. - SOPPE, R.W. - MEYER, W.S.: The resource potential of in-situ shallow ground water use in irrigated agriculture: a review. In: *Irrig. Sci.*, roč. 24, 2006, s. 147-60.
- BLAIR, N. - FAULKNER, R.D. - TILL, A.R. - KORSCHENS, M. - SCHULZ, E.: Long-term management impacts on soil C, N and physical fertility. Part II. Bad Lauchstadt static and extreme FYM experiments. In: *Soil Till. Res.*, roč. 91, 2003, č. 1-2, s. 39-47.
- BLAIR, G.J. - LEFROY, R.D.B. - LISLE, L.: Soil carbon fractions, based on their degree of oxidation, and the development of a Carbon Management Index for agricultural systems. In: *Austr. J. Agric. Res.*, roč. 46, 1995, s. 1459-1466.
- BU, X. - DING, J. - WANG, L. - YU, X. - HUANG, W. - RUAN, H.: Biodegradation and chemical characteristics of hot-water extractable organic matter from soils under four different vegetation types in the Wuyi Mountains, southeastern China. In: *Eur. J. Soil Biol.*, roč. 47, 2011 s. 102-107.
- COOKSON, W.R. - MURPHY, V. - ROPER, M.M.: Characterizing the relationships between soil organic matter components and microbial function and composition along a tillage disturbance gradient. In: *Soil Biol. Biochem.*, roč. 40, 2008, s. 763-777.
- FRANZLUEBBERS, A.J.: Soil organic matter stratification ratio as an indicator of soil quality. In: *Soil Till. Res.*, roč. 66, 2002, s. 95-106.
- CHIVENGE, P. - VANLAUWE, B. - GENTILE, R. - SIX, J.: Organic resource quality influences short-term aggregate dynamics and soil organic carbon and nitrogen accumulation. In: *Soil Biol. Biochem.*, roč. 43, 2011, s. 657-666.
- JANZEN, H.H.: Review. Carbon cycling in earth systems - a soil science perspective. In: *Agric. Ecosyst. Environ.*, roč. 104, 2004, s. 399-417.
- KAISER, K. - GUGGENBERGER, G. - HAUMAIER, L.: Changes in dissolved lignin-derived phenols, neutral sugars, uronic acids, and amino sugars with depth in forested Haplic arenosols and rendzic leptosols. In: *Biogeochemistry*, roč. 70, 2004, s. 135-151.
- KAISER, K. - KALBITZ, K.: Cycling downwards e dissolved organic matter in soils. In: *Soil Biology & Biochemistry*, roč. 52, 2012, s. 29-32.
- KOCH, H.J.- STOCKFISCH, N.: Loss of soil organic matter upon ploughing under a loess soil after several years of conservation tillage. In: *Soil Till. Res.*, roč. 86, 2006, s. 73-83.

- KOREC, P. - LAUKO, V. - TOLMÁČI, L. - ZUBRICKÝ, G. - MIČIETOVÁ, E.: Kraje a okresy Slovenska. Nové administratívne členenie. Bratislava: Q111, 1997, 387 s.
- KÖRCHENS, M. - SHULTZ, E.: Die organische Bodensubstanz (Dynamik- Reproduktion- ökonomisch und ökologisch begründete Richtwerte). Heibwasserextrahierbarer kohlenstoff und stickstoff. Leipzig-Halle GmbH: Umweltforschungszentrum, 1999.
- LAIK, R. - KUMAR, K. - DAS, D.K. - CHATURVEDI, O.P.: Labile soil organic matter pools in a calciorthent after 18 years of afforestation by different plantations. In: *Appl. Soil Ecol.*, roč. 42, 2009, s. 71-78.
- LIANG, W.J. - WEN, D.Z. - LI, W.G. - GUAN, Z.O.: Effects of cultivation on soil organic carbon dynamics in agroecosystems. In: *Syst. Sci. Comprehen. Studies Agric.*, roč. 16, 2000, s. 241-244.
- LOGINOV, W. - WISNIEWSKI, W. - GONET, S.S. - CIESCINSKA, B.: Fractionation of organic carbon based on susceptibility to oxidation. In: *Pol. J. Soil Sci.*, roč. 20, 1987, s. 47-52.
- MEERSMANS, J. - DE RIDDER, F. - CANTERS, F. - DE BAETS, S. - VAN MOLLE, M.: A multiple regression approach to assess the spatial distribution of Soil Organic Carbon (SOC) at the regional scale (Flanders, Belgium). In: *Geoderma*, roč. 143, 2008, s. 1-13.
- ORLOV, D.S. - GRIŠINA, L.A.: Praktikum po chimiji gumusa. Moskva: Izdatel'stvo Moskovskovo universiteta, 1981, s. 272.
- PAUL, K.I. - POLGLASE, J.G. - NVAKUENGAMA, J.G. - KHANNA, P.K.: Changes in soil carbon following afforestation. In: *Forest Ecol. Manag.*, roč. 168, 2002, s. 241-257.
- PULLEMANN, M.M. - MARINISSEN, J.C.Y.: Physical protection of mineralizable C in aggregates from long-term pasture and arable soil. In: *Geoderma*, roč. 120, 2004, s. 273-282.
- SIX, J. - BOSSUYT, H. - DE GRYZE, S. - DENEFF, K.: A history of research on the link between (micro)aggregates, soil biota, and soil organic matter dynamics. In: *Soil Till. Res.*, roč. 79, 2004, s. 7-31.
- ŠAMAJ, F.: Klimatické pomery Slovenska. Vybrané charakteristiky. Bratislava: ALFA, 1991, s. 391.
- QUALLS, R.G. - HAINES, B.: Biodegradability of dissolved organic matter in forest through fall, soil solution and stream water. In: *Soil Sci. Soc. Am. J.*, roč. 56, 1992, s. 578-586.
- QUIDEAU, S.A. - CHANDWICK, O.A. - BENESI, A. - GRAHAM, R.C. - ANDERSON, M.A.: A direct link between forest vegetation type and soil organic matter composition. In: *Geoderma*, roč. 104, 2001, s. 41-60.
- TIAN, J. - LU, S. - FAN, M. - LI, X. - KUZUYAKOV, Y.: Labile soil organic matter fractions as influenced by non-flooded mulching cultivation and cropping season in rice-wheat rotation. In: *Eur. J. Soil Biol.*, roč. 56, 2013, s. 19-25.
- TOBIAŠOVÁ, E.: Pôdna organická hmota ako indikátor kvality ekosystémov. Nitra: SPU, 2010, s. 108.
- VON LÜTZOW, M. - KÖGEL-KNABNER, I. - EKSCHMITT, K. - MATZNER, E. - GUGGENBERGER, G. - MARSCHNER, B. - FLESSA, H.: Stabilization of organic matter in temperate soils: mechanisms and their relevance under different soil conditions - a review. In: *Eur. J. Soil Sci.*, roč. 57, 2006, s. 426-445.
- WANG, Q. - WANG, S.: Response of labile soil organic matter to changes in forest vegetation in subtropical regions. In: *Appl. Soil Ecol.*, roč. 47, 2011, s. 210-216.
- ZSOLNAY, A. - GÖORLITZ, H.: Water-extractable organic matter in arable soils: Effects of drought and long-term fertilization. In: *Soil Biol. Biochem.*, roč. 26, 1994, s. 1257-1261.



a) ■ LE □ LU □ UR ▨ AG



b) ■ LE □ LU □ UR ▨ AG

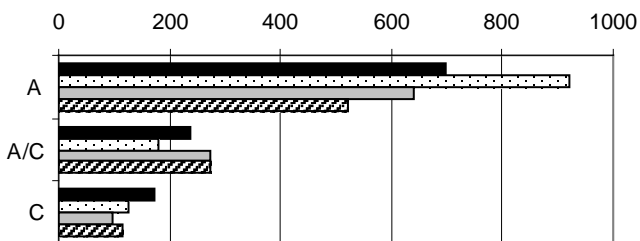
Obr. 1.

a) Obsah celkového organického uhlíka (TOC) v diagnostických horizontoch černoze (mg.kg^{-1})

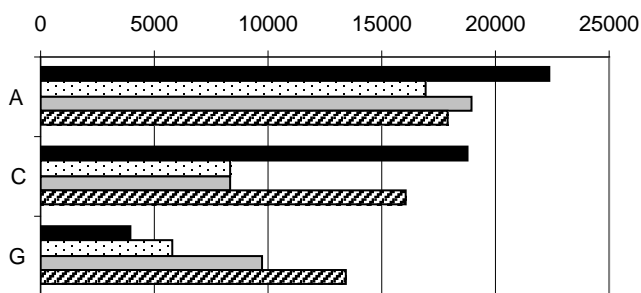
b) Obsah labilného uhlíka (C_L) v diagnostických horizontoch černoze (mg.kg^{-1})

c) Obsah horúcou vodou extrahovateľného organického uhlíka (HWEOC) v diagnostických horizontoch černoze (mg.kg^{-1})

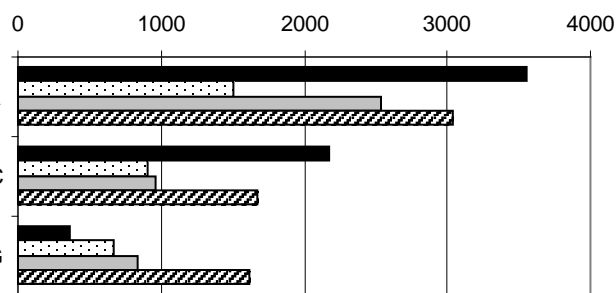
LE – lesný ekosystém, LU – lúčny ekosystém, UR – urbánny ekosystém, AG – agro-ekosystém



c) ■ LE □ LU □ UR ▨ AG



a) ■ LE □ LU □ UR ▨ AG



b) ■ LE □ LU □ UR ▨ AG

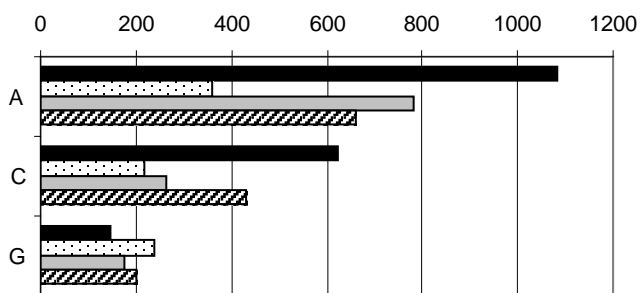
Obr. 2.

a) Obsah celkového organického uhlíka (TOC) v diagnostických horizontoch fluvizeme (mg.kg^{-1})

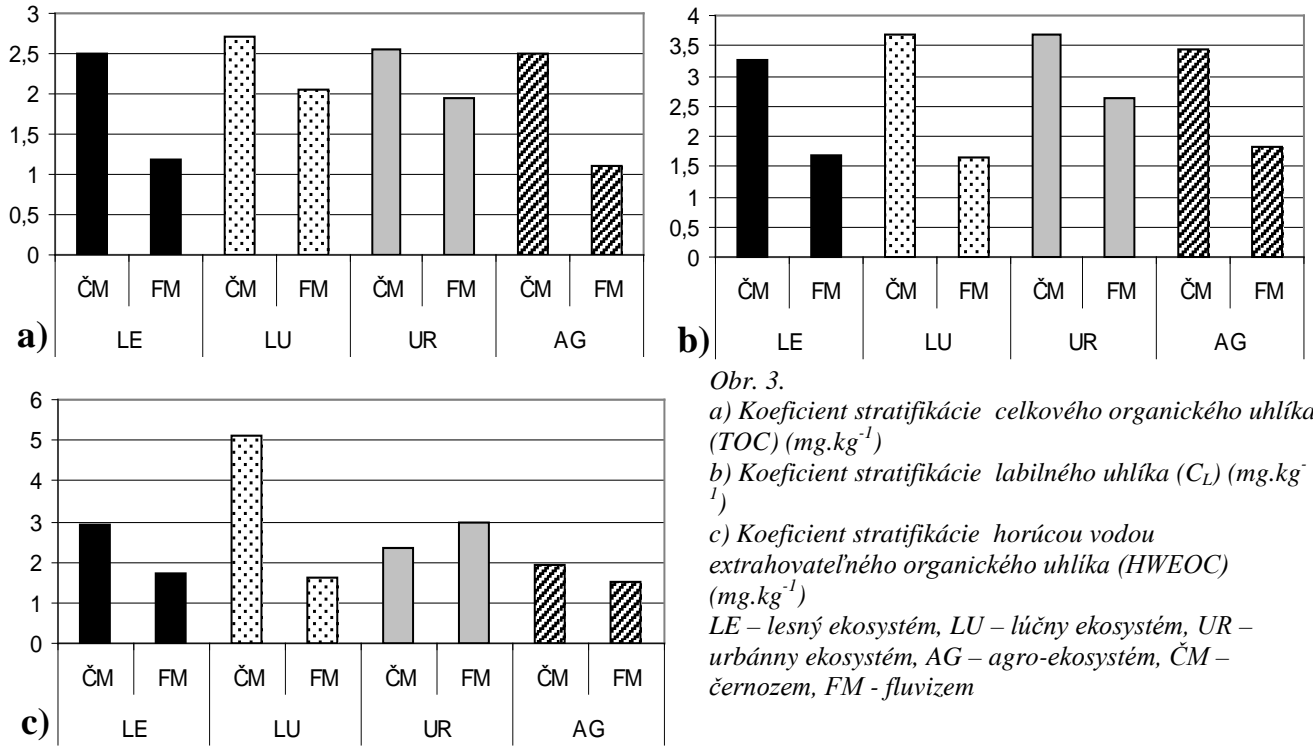
b) Obsah labilného uhlíka (C_L) v diagnostických horizontoch fluvizeme (mg.kg^{-1})

c) Obsah horúcou vodou extrahovateľného organického uhlíka (HWEOC) v diagnostických horizontoch fluvizeme (mg.kg^{-1})

LE – lesný ekosystém, LU – lúčny ekosystém, UR – urbánny ekosystém, AG – agro-ekosystém



c) ■ LE □ LU □ UR ▨ AG



Obr. 3.
 a) Koefficient stratifikácie celkového organického uhlíka (TOC) (mg.kg^{-1})
 b) Koefficient stratifikácie labilného uhlíka (C_L) (mg.kg^{-1})
 c) Koefficient stratifikácie horúcou vodou extrahovateľného organického uhlíka (HWEOC) (mg.kg^{-1})
 LE – lesný ekosystém, LU – lúčny ekosystém, UR – urbánny ekosystém, AG – agro-ekosystém, ČM – černozeň, FM - fluvizem

ÚRODA SÓJE FAZUĽOVEJ VO VZŤAHU K POČTU RASTLÍN A HRČIEK V RÔZNYCH SYSTÉMOCH OBRÁBANIA PÔDY V KLIMATICKY ROZDIELNYCH PESTOVATEĽSKÝCH ROČNÍKOCH

Soybean crop in relation to the number of plants and lumps in different tillage systems in climatically different years of cultivation

RASTISLAV BUŠO – ROMAN HAŠANA – ŠTEFAN ŽÁK – KATARÍNA HRČKOVÁ
Centrum výskumu rastlinnej výroby – Výskumný ústav rastlinnej výroby Piešťany

The aim of the study was to investigate an influence of different soil tillage technologies to the abundance number of lumps in the root system, number of plants and soybean yield of seeds. In growing seasons 2009 – 2012 field experiment was established in Research Station in Borovce (CVRV – RIPP Piešťany). Experiment was conducted in four different soil tillage technologies: conventional, minimization, mulch and no-till technology. In the wet growing season 2009 the highest number of lumps in the root system were reached in minimization (32,11 pcs plant⁻¹). The highest number of plants were reached in the dry growing season 2012 (111 plant m⁻²). The highest yield of seeds was reached in mulch technology (3,18 t ha⁻¹) in conditions of wet year 2010.

Key words: *different soil tillage technologies, soybean, lumps in the root system, number of plants, soybean yield of seeds*

ÚVOD

Stáva sa pomaly pravidlom, že slovenskí poľnohospodári majú častejšie do činenia s teplotne nadpriemerným a na zrážky chudobným počasím na jar v čase zakladania porastov poľných plodín, ale i počas celej vegetácie. Klimatickú zmenu, s ktorou sa stretávajú, možno chápať ako komplex zmien klímy vyvolaný antropogénne podmieneným zosilnením skleníkového efektu atmosféry, pričom sa tu nezahrňujú prirodzené zmeny a premenlivosť klímy, pokiaľ ich možno odlišiť (Lapin, 2004). Walker a Steffen (1997) konštatovali, že klimatické zmeny v dôsledku otepľovania ovplyvnia aj štruktúru pestovaných plodín v prospech teplomilnejších druhov. Odporúčanou plodinou do prezentovaných podmienok je aj sója fazuľová. V rámci systému jej pestovania je však potrebné pristúpiť k eliminácii faktorov spôsobujúcich nadmerný výskyt stresu v poraste (extrémne poveternostné podmienky).

Sója fazuľová je však veľmi citlivá aj na nesprávne a nedôsledné základné obrábanie pôdy. Zanedbané a zle urobené základné obrábanie pôdy sťažuje predsejbové obrábanie a zvyšuje riziko pestovania. Kvalitné základné obrábanie pôdy je zároveň opatrením, ktoré môže v podstatnej miere eliminovať negatívny vplyv nedostatku ako i nadbytku vodných zrážok a znížiť tým variabilitu úrody sóje (Javor et al., 2001). V USA a v Kanade sú pri pestovaní sóje rozšírené postupy základného obrábania pôdy označované ako pôdochranné technológie (Yusuf, et al. 1999). K nevýhodám týchto technológií bezpochyby patrí intenzívnejší prístup k regulácii zaburinenosti (Pepper, 1994).

Schopnosť strukovín žiť v symbióze s hrčkotvornými baktériami - fixovať vzdušný dusík a tak obohatovať pôdu o dusík, ich radí k dôležitým rastlinám v ekosystéme poľných plodín. Dusík viažuce symbiotické baktérie (rhizóbiá) sú schopné prebudovať atmosférický dusík na formu NH₃, ktorá je absorbovaná rastlinou. Rastlina sóje na vysoko produkčných pôdach potrebuje viac než 55 kg N.ha⁻¹. Väčšinu tejto potreby zabezpečuje fixácia N zo vzduchu (Olson, 2002). Neopomenuteľný je i pestovateľský význam sóje, kedy ako leguminóza dokáže pútať vzdušný dusík a tak ho zabezpečiť rastlinám v dostatočnom množstve a časť ho ešte zanechať pre následné plodiny (Houba a kol., 2011). Fecenko et al. (2000) uvádza, že strukoviny v porovnaní s inými plodinami vyžadujú iba minimálne dávky dusíkatých hnojív. Bakteriálny rod *Rhizobium* je charakteristický tým, že bunky jednotlivých druhov rastú v symbióze s rastlinami čeľade *Fabaceae* a na ich koreňoch tvoria hrčky. Medzi dôležité znaky týchto baktérií patrí ich špecifita, t.j. stupeň prispôbenia určitému druhu alebo skupine rastlín (internet). Očkovanie osiva leguminóz zodpovedajúcimi kmeňmi rhizobií znamená zvýšenie úrod minimálne o 5%, v závislosti na podmienkach (Němec, 1986).

Cieľom príspevku bolo dokumentovať úrodu sóje fazuľovej vo vzťahu k počtu rastlín a hrčiek v rôznych systémoch obrábania pôdy v klimaticky rozdielnych pestovateľských ročníkoch v podmienkach pokusného stanovišťa CVRV Piešťany, lokality Borovce.

MATERIÁL A METÓDA

V rokoch 2009 – 2012 sme na pozemkoch CVRV – VÚRV Piešťany v Borovciach sledovali vplyv rôzneho obrábania pôdy na početnosť hrčiek v koreňovej sústave, rastlín a úrodu sóje fazuľovej. Priemerná ročná teplota vzduchu stanovišťa Borovce je 9,2 °C, priemerný ročný úhrn zrážok 625 mm a nadmorská výška 167 m n. m.

Pôda na pokusnom stanovišti je hlinitá degradovaná černoziem na spraši s hĺbkou humusového horizontu 400 - 500 mm, so strednou zásobou P a K a neutrálnou až slabou kyslou pôdnou reakciou. Obsah humusu v orničnom profile je stredný, v podorničných horizontoch je nízky.

Sóju sme pestovali v štyroch technológiách:

konvenčná (orba s pluhom s odhrňovačkou) - sejba sejačkou Amazone

minimalizačná (redukovaná) - po zbere predplodiny prekypanie tanierovým kypričom tak, aby povrch pôdy bol pokrytý na 15-30% rastlinnými zvyškami predplodiny, sejba sejačkou Great Plains

nastielacia (Mulch till) - podrezanie strniska kypričom Amazone, povrch pôdy sa len rozruší (nadvihne),

pozberové zvyšky zostávajú na povrchu pôdy - sejba sejačkou Horsch Concord

bez orby (No-till) - sejba sejačkou Great Plains.

Sója fazuľová bola pred sejbou inokulovaná očkovacou látkou pre motýľokveté rastliny, ktorá obsahuje hrčkotvorné baktérie rodu *Rhizobium*. Predplodinou sóje fazuľovej bol jačmeň siaty jarný. Veľkosť pokusných parciel bola 35 x 9 m, pokus bol založený v troch opakovaniach. Termín sejby bol v tretej dekáde apríla. Výsledky boli spracované analýzou rozptylu v programovom balíku Statgraphics a programom MS Office.

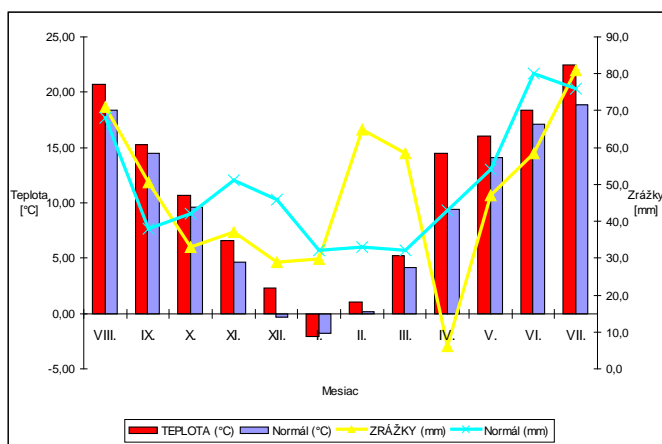
Vyhodnocovali sme počet hrčiek na 1 rastlinu ($\bar{x} \pm 10$) v rokoch 2009, 2010, 2012, počet rastlín (ks.m^{-2}) v rokoch 2009 – 2012 a úrodu semena t.ha^{-1} v rokoch 2009, 2010, 2012

VÝSLEDKY A DISKUSIA

September 2008 bol vlhký; spadlo o 12,5 mm viac zrážok (50,5 mm) v porovnaní s klim. normálom (38 mm), ale v októbri padlo o takmer 9 mm menej ako je klim. normál.

Jar bola odlišná, teplotne priemerná. Čo sa týka zrážok, vo februári a marci padlo o 31,8 mm a 26,5 mm viac zrážok ako je klimatický normál. Júl 2009 bol vlhký - 2. 7. padlo 25 mm, 18. 7. 21 mm, 24. 7. 14,5 mm zrážok. Avšak mesiace apríl, máj a jún boli zrážkovo podpriemerné, keď v apríli padlo iba 6 mm zrážok v porovnaní s klim. normálom (43 mm). Rastliny v tomto pre ne dôležitom období, z pohľadu zakladania budúcej úrody, v súvislosti s úrodotočnými prvkami, čerpali vodu ešte z nadpriemerných zrážok vo februári a marci (64,8 mm, resp. 58,5 mm). Teplotne boli jarné mesiace nadpriemerné, čo vyhovovalo sóji fazuľovej v čase sejby (tretia dekáda apríla). Nasledujúce jarné a letné mesiace boli teplotne nadpriemerné (Graf 1).

Celý ročník 2008/2009 bol teplotne nadpriemerný, v každom mesiaci bola priemerná denná teplota vzduchu vyššia ako dlhodobý normál. Priemerná ročná teplota bola vyššia o 2,63 °C ako dlhodobý klimatický normál.

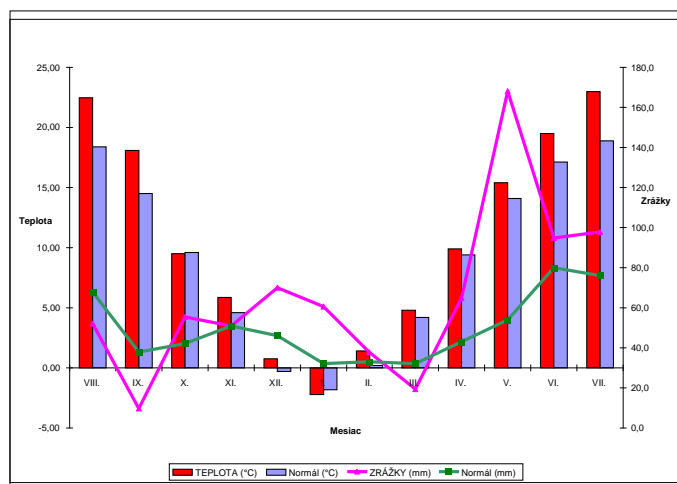


Graf 1: Teplota vzduchu (°C) a úhrny zrážok (mm), v lokalite Borovce, v pestovateľskom ročníku 2008/2009

70 mm, január 60,6 mm, február 38 mm), v mesiacoch apríl až júl padlo spolu 426,3 mm, pričom v máji padlo až 168,3 mm, čo bolo 312% dlhodobého normálu za tento mesiac (Graf 2).

V pestovateľskom ročníku 2009/2010 boli august, september, november a december 2009 teplotne nadnormálne v porovnaní s klimatickým normálom. Október bol o 0,12 °C chladnejší ako dlhodobý normál. V januári 2010 bola priemerná teplota vzduchu -2,20 °C čo bolo o 0,4 °C chladnejšie ako dlhodobý normál. Február až júl 2010 boli v porovnaní s dlhodobým normálom teplotne nadpriemerné (február o 1,37 °C, máj o 1,30 °C, jún o 2,40 °C, júl až o 4,10 °C). Priemerná teplota ročníka 2009/2010 bola 10,70 °C, čo bolo 118% klimatického normálu (9,08 °C). Zrážkovo bol ročník

2009/2010 výrazne nadnormálny, pričom padlo 782,6 mm zrážok, čo bolo 132% klimatického normálu (595 mm). Zimné mesiace boli zrážkovo nadnormálne (december

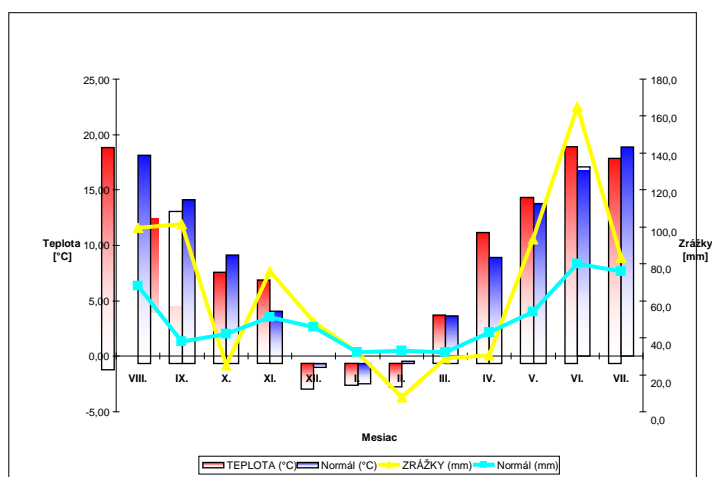


Graf 2: Teplota vzduchu (°C) a úhrny zrážok (mm), v lokalite Borovce, v pestovateľskom ročníku 2009/2010

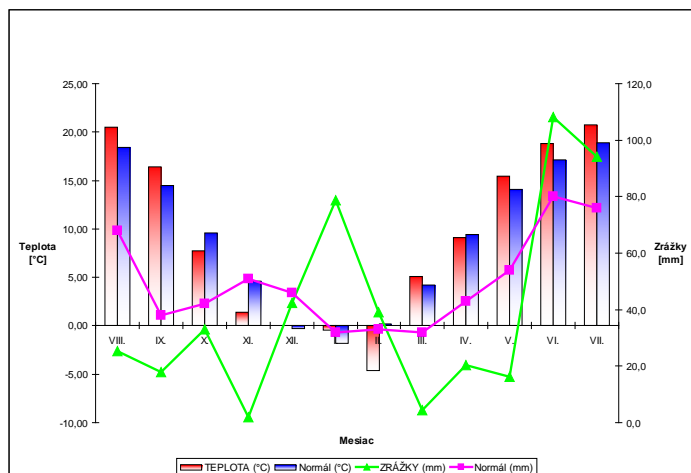
Pre jednotlivé mesiace pestovateľského ročníka 2010/2011 je charakteristická nevyrovnanosť rozloženia zrážok v rámci roka. Z údajov Slovenského hydrometeorologického ústavu (SHMÚ) je rok 2010 v SR považovaný za najdaždivejší rok za posledných 140 rokov, odkedy sa na území Slovenska vykonávajú merania atmosférických zrážok. V celoročnom úhrne padlo 1 255 mm zrážok, čiže nadpriemerný úhrn + 493 mm, čo v percentuálnom vyjadrení predstavuje 165% dlhodobého normálu (Lešková a kol., 2011). Na Výskumnej stanici v Borovciach padlo za celý rok 2010 895,2 mm zrážok a priemerná teplota vzduchu bola 9,84 °C.

Pestovateľský ročník 2010/2011 bol z pohľadu poveternostných pomerov v lokalite Borovce veľmi zaujímavý. Za posledných 10 rokov sledovania meteorologických údajov sme v tomto ročníku zaznamenali najnižšiu priemernú teplotu vzduchu 9,18 °C a najvyšší úhrn zrážok 792,20 mm. I keď november 2010 bol v porovnaní s klimatickým normálom teplejší o 2,76 °C, nasledovali o 1,93 °C a 2,26 °C chladnejšie mesiace december 2010 a február 2011. V septembri 2010 padlo 101,5 mm zrážok, čo bolo 267,11% v porovnaní s klimatickým normálom a v júni 2011 padlo 165,2 mm zrážok, čo bolo 206,50% klimatického normálu. Celý pestovateľský ročník 2010/2011 (Graf 3) bol o 0,10 °C chladnejší ako klimatický normál a o 197 mm (133,14% klimatického normálu) zrážkovo výdatnejší.

Pestovateľský ročník 2011/2012 bol, porovnaní s predchádzajúcim ročníkom, teplotne i zrážkovo podnormálny. Jeseň 2011 bola veľmi suchá, od augusta do decembra úhrny zrážok nedosiahli klimatický normál. Pocítili to farmári na celom Slovensku. Zrážky prišli až v januári a boli vystriedané holomrazmi vo februári. Tieto nízke teploty sa podieľali na obmedzení tlaku škodcov a tiež čiastočne posunuli výskyt hubových chorôb. Na jesenný suchý ráz počasia nadviazala tiež suchá jar, keď od marca do mája 2012 padlo iba 41 mm zrážok (Graf 4). Nadnormálne zrážky prišli až v júni 2012 (108,1 mm).



Graf 3: Teplota vzduchu (°C) a úhrny zrážok (mm), v lokalite Borovce, v pestovateľskom ročníku 2010/2011



Graf 4: Teplota vzduchu (°C) a úhrny zrážok (mm), v lokalite Borovce, v pestovateľskom roční

Tabuľka 1: Sója fazuľová - počet hrčiek na 1 rastlinu ($\bar{x} \pm 10$), Borovce 2009, 2010, 2012

Technológia	Rok		
	2009	2010	2012
Konvenčná	25,80	20,00	17,23
Minimalizačná	23,70	32,11	14,92
Nastielacia	29,60	27,94	13,90
Bezorbóvá	26,20	25,86	20,12

Hd-p-0,05: obrábanie 14,88; roky 11,58; Hd-p-0,01: obrábanie 19,54; roky 15,52;

Z dôvodu silného tlaku burín a zajacov nebolo možné vyhodnotiť rok 2011 z pohľadu počtu hrčiek na 1 rastlinu a úrody semena.

Najvyšší počet hrčiek na 1 rastlinu (priemer 10 rastlín) sme v roku 2009 pozorovali pri nastielacej technológii (29,60 ks.rastl.⁻¹). Dostatok vlhky na prelome rokov 2009/2010 a v roku 2010, keď v decembri padlo 70 mm, v januári 60,6 mm, vo februári 38 mm a v mesiacoch apríl až júl padlo spolu 426,3 mm, pričom v máji padlo až 168,3 mm, čo bolo 312% dlhodobého normálu za tento mesiac (Graf 2), mal priaznivý podiel i na počte hrčiek v roku 2010, keď v minimalizačnej technológii sme zaznamenali až 32,11 ks hrčiek na 1 rastlinu, čo bolo najviac počas sledovaných rokov. Nakoľko na jesenný suchý ráz počasia na jeseň 2011 nadviazala tiež suchá jar, keď od marca do mája 2012 padlo iba 41 mm zrážok (Graf 4) zaznamenali sme v tomto roku iba od 13,90 ks hrčiek na 1 rastlinu pri nastielacej technológii, po 20,12 ks hrčiek na 1 rastlinu pri technológii bezorbovej. Nadnormálne zrážky prišli až v júni 2012 (108,1 mm), to však už bolo neskoro i z pohľadu úrod (Tab. 3).

Tabuľka 2: Sója fazuľová - počet rastlín (ks.m⁻²), Borovce 2009 - 2012

Technológia	Rok			
	2009	2010	2011	2012
Konvenčná	80	66	61	83
Minimalizačná	68	79	17	53
Nastielacia	83	90	33	111
Bezorbóvá	93	75	18	67

Hd-p-0,05: obrábanie 13,93 ++; roky 13,93 ++; Hd-p-0,01: obrábanie 17,77 ++; roky 17,77 ++;

Ako uvádza Šariková (2010) významným faktorom, ktorý ovplyvňuje nielen rast a vývoj, ale v konečnom dôsledku aj úrodu a úrodovtné prvky sóje fazuľovej sú poveternostné podmienky v jednotlivých rokoch.

V roku 2009 sme najvyšší počet rastlín pozorovali pri bezorbovej technológii (93 ks.m⁻²), najmenej v technológii minimalizačnej (68 ks.m⁻²). Naproti tomu v roku 2010 sme najviac rastlín zistili pri nastielacej technológii (90 ks.m⁻²); najmenej pri konvenčnej (66 ks.m⁻²). V roku 2010 boli mesiace február až júl, v porovnaní s dlhodobým normálom, teplotne nadpriemerné (február o 1,37 °C, máj o 1,30 °C,

jún o 2,40 °C, júl až o 4,10 °C) a v mesiacoch apríl až júl padlo spolu 426,3 mm, pričom v máji padlo až 168,3 mm, čo bolo 312% dlhodobého normálu za tento mesiac (Graf 2). Šínský et. al., (1985) udáva, že v období kvitnutia má byť rovnomerná denná a nočná teplota 18-23 °C a pri dozrievaní nemá teplota klesnúť pod 13 °C. V konečnom dôsledku to malo negatívny vplyv na počet rastlín na m², keď iba 17 ks rastlín.m⁻² bolo na minimalizačnej technológii a najviac (61 ks.m⁻²) bolo na konvenčnom obrábaní pôdy.

V roku 2012 na suchú jar, keď od marca do mája 2012 padlo iba 41 mm zrážok (Graf 4), reagovala najlepšie sója fazuľová počtom rastlín v nastielacej technológii. V tomto roku sme pri tejto technológii zaznamenali najvyšší počet rastlín spomedzi sledovaných rokov (111 ks.m⁻²).

Tabuľka 3: Sója fazuľová – úroda semena t.ha⁻¹, Borovce 2009, 2010, 2012

Technológia	Rok		
	2009	2010	2012
Konvenčná	2,83	2,79	2,09
Minimalizačná	2,70	2,85	1,88
Nastielacia	2,68	3,18	2,00
Bezorbóv	2,51	2,94	1,99

Hd-p-0,05: obrábanie 0,25; roky 0,19 ++;

Hd-p-0,01: obrábanie 0,32; roky 0,26 ++;

Nakoľko v roku 2009 boli apríl, máj a jún zrážkovo podpriemerné, keď v apríli padlo iba 6 mm zrážok v porovnaní s klimatickým normálom (43 mm), rastliny v tomto pre ne dôležitom období, z pohľadu zakladania budúcej úrody, v súvislosti s úrodovnými prvkami, čerpali vodu ešte z nadpriemerných zrážok vo februári a marci (64,8 mm, resp. 58,5 mm). To malo podiel nielen na počet hrčiek na 1 rastlinu i na úrode semena sóje, keď najvyššiu úrodu sme zistili pri konvenčnej technológii (2,83 t.ha⁻¹) a najnižšiu 2,51 t.ha⁻¹ pri bezorbóvej. Odlišná situácia bola v roku 2010, keď február až júl 2010 boli v porovnaní s dlhodobým normálom teplotne nadpriemerné (február o 1,37 °C, máj o 1,30 °C, jún o 2,40 °C, júl až o 4,10 °C) a v mesiacoch apríl až júl 2010 padlo spolu 426,3 mm, pričom v máji padlo až 168,3 mm, čo bolo 312% dlhodobého normálu za tento mesiac (Graf 2). To korešpondovalo s autormi Šínský et. al. (1985), ktorí uvádzajú, že na tvorbu 1 g sušiny potrebujeme 600 – 1 000 g vody. Sója podľa neho pre normálny rast a vývin potrebuje asi 700 mm zrážok. V tomto teplotne i zrážkovo nadnormálnom roku sme najvyššiu úrodu, i v porovnaní sledovaných rokov, dosiahli pri nastielacej technológii (3,18 t.ha⁻¹) a najnižšiu pri technológii konvenčnej (2,79 t.ha⁻¹). To čiastočne potvrdzuje tvrdenia viacerých autorov (Šariková, 2006; Šariková, Fecák, 2007; Fecák, Šariková, Černý, 2009), ktorí uvádzajú, že v SR sa tieto technológie začínajú presadzovať nielen pri sóji fazuľovej a možno povedať, že vhodnejšie ako priama sejba do neobrobenej pôdy sa javí redukované (minimalizačné) obrábanie pôdy.

Podobný ráz počasia na jar ako v roku 2009 bol i v roku 2012, keď na jesenný suchý ráz počasia nadviazala tiež suchá jar 2012, keď od marca do mája padlo iba 41 mm zrážok (Graf 4). Tak ako v roku 2009, v roku 2012 sme najvyššiu úrodu semena sóje fazuľovej dosiahli pri konvenčnej technológii obrábania pôdy (2,09 t.ha⁻¹). Najnižšiu úrodu sme zistili pri minimalizačnej technológii (1,88 t.ha⁻¹). Podľa autorov Svoboda, Belan (1986) vodný deficit v období kvitnutia sóje má za následok opadávanie kvetov a znižuje úrodu o 14 - 18%. Výrazné suchu v období kvitnutia vedie k veľkej abstinencii púčikov a kvetov (87 - 92%) a spôsobuje znižovanie hmotnosti semien. To sa potvrdilo i v rokoch 2009 a 2012, keď sme dosiahli nižšie úrody ako v klimaticky nadnormálnom roku 2010.

ZÁVERY

Na základe výsledkov so sójou fazuľovou, v rokoch 2009 - 2012 o vplyve spôsobu obrábania pôdy na úrodu sóje fazuľovej vo vzťahu k počtu rastlín a hrčiek vyplývajú tieto závery:

Formovanie počtu hrčiek, počtu rastlín a úrody sóje fazuľovej je výrazne ovplyvňované vzájomným vzťahom poveternostných pomerov a systému obrábania pôdy

Obrábanie pôdy malo vysoko preukazný vplyv na počet rastlín (ks.m⁻²) a úrodu semena (t.ha⁻¹) sóje fazuľovej, ale malo štatisticky nepreukazný vplyv na počet hrčiek na 1 rastlinu

Pokiaľ rastliny počas vegetácie pociťujú nedostatok vlhky má to negatívny dopad na početnosť hrčiek, počet rastlín i na konečnú úrodu. Je to najmä vtedy keď má rastlina najvyššiu potrebu vlhky (vo fáze kvitnutia a nasadzovania strukov).

Nedostatok zimnej vlhky a skorý nástup vysokých teplôt (krátka jar a skorý nástup leta) majú významný podiel na formovaní budúcej úrody

Z pohľadu počtu hrčiek, počtu rastlín na m² a úrody sú minimalizačné a pôdoochranné technológie prijateľnou alternatívou ku konvenčnému obrábaniu pri sóji fazuľovej.

LITERATÚRA

- FECÁK, P. – ŠARIKOVÁ, D. – ČERNÝ, I. 2009: Formovanie úrody sóje fazuľovej v závislosti od klasického a redukovaného systému obrábania pôdy. In: Acta fytotechnica et zootechnica, roč. 12, 2009, č.1, s.24 - 28.
- FECENKO, J. – LOŽEK, O.: Výživa a hnojenie poľných plodín. Nitra: SPU, 2000, s. 305 – 308, ISBN 80-7137-777-5.
- HOUBA, M. a kol.: Metodika pěstování sóji luštinaté: certifikovaná metodika. 1. vyd., Šumperk: Agritec, 2011, 20 s., ISBN 978-80-87360-03-3 (brož.)
- JAVOR, E. – SUROVČÍK, J. a i.: Technológia pestovania strukovín. Piešťany: VÚRV, 2001.
- KACÁNIOVÁ, M.: Systematika baktérií – II. časť Trieda Scotobacteria (sk. 1-9, 12-16). [online]. [cit. 2009-03-09]. Dostupné na internete: <http://www.fbp.uniag.sk/doc/2006/kacaniova/Systematika_II.ppt>.
- LAPIN, M.: Detection of changes in the regime of selected climatological elements at Hurbanovo. Contributions to Geophysics and Geodesy, Vol. 34/2, 2004, p. 169-193.
- NĚMEC, M.: Ekologie mikroorganismů I., Praha, Státní pedagogické nakladatelství, Praha, 1986.
- LEŠKOVÁ, D. et al. 2011. *Správa o povodniach 2010*. Dostupné na internete: <http://www.shmu.sk/File/HIPS/Povodnova_sprava_2010.pdf>.
- OLSON, J.: Nitrogen (and yield) booster. In: Farm Industry News, vol. 35, 2002, iss. 7, 24 p., ISBN – 08928312.
- PEPPER, G. E.: Soybean production. In: Arntzen, C. J., Ritter, E. M. (eds.), Encyclopedia of agricultural science. 4. part. San Diego: Academic Press, 1994, s. 193 – 202.
- SVOBODA, J. – BELAN, F. : Vliv stanoviště na hospodářský výnos sóje. Acta Univ. Agric. Fac. Agron. (Brno), 1986, s. 207 - 218.
- ŠARIKOVÁ, D.: Pôdoochranné systémy obrábania pôdy pod sóju fazuľovú [*Glycine max* (L.) Merrill]. Zborník z vedeckej konferencie: Pestovateľské technológie a ich význam pre prax. Piešťany: 2010, s. 97 – 101. ISBN 978-80-89417-24-7.
- ŠARIKOVÁ, D: Vplyv obrábania pôdy na zaburinenosť strukovín a zníženie úrody. In: Zborník vedeckých prác 22. Michalovce: SCPV – ÚA, 2006, s. 25 - 34. ISBN 80-88872-60-X.
- ŠARIKOVÁ, D. – FECÁK, P.: Vplyv hnojenia a obrábania pôdy na úrodu a kvalitu sóje fazuľovej. In: Zborník vedeckých prác 23. Michalovce: SCPV – ÚA, 2007, s. 161-169. ISBN 978-80-88872-70-2.
- ŠÍNSKY, T. et. al.: Strukoviny, Bratislava, Príroda, 1985, s. 104 - 123.
- WALKER, B. – STEFFEN, W.: An overview of the implications of global change for natural and managed terrestrial ecosystems. Conservation Ecology [online], roč. 1, 1997, č. 2 [cit. 2009-07-06]. Dostupné na internete: <http://www.consecol.org/vol1/Iss2/art2/>.
- YUSUF, R. I. – SIEMENS, J.C. – BULLCK, D.G.: Growth Analysis of Soybean under No-Tillage and Conventional Tillage Systems. In: Agronomy Journal, 91, 1999, č.6, s. 928-93.

ÚRODA A EKONOMICKÁ EFEKTÍVNOSŤ PESTOVANIA SÓJE PRI RÔZNYCH SPÔSOBOCH OBRÁBANIA PÔDY

Seed yield and economic efficiency of soybean cultivation in different soil tillage technologies.

ROMAN HAŠANA – KATARÍNA HRČKOVÁ – RASTISLAV BUŠO – ŠTEFAN ŽÁK

Centrum výskumu rastlinnej výroby – Výskumný ústav rastlinnej výroby Piešťany

Impact of different tillage technologies on soybean yield was examined in long-term field experiment in 2001-2012. Average seed yield in conventional tillage was 2,53 t.ha⁻¹. In comparison with minimization and no-till technology the seed yield of conventional one was higher about 4,5 %. Seed yield decreased in mulch technology about 8 % in comparison to conventional one. Conventional technology was the most effective in most of experimental years. From the point of view of seed yield it is not clear to identify the most appropriate technology. But in term of economy the most effective technology was no-till.

Key words: Soybean, seed yield, tillage technology, economic effectivity

ÚVOD

Sója fazuľová je veľmi citlivá aj na nesprávne a nedôsledné základné obrábanie pôdy. Zanedbané a zle urobené základné spracovanie pôdy sťažuje predsejbovú prípravu a zvyšuje riziko pestovania. Kvalitné základné obrábanie pôdy je zároveň opatrením, ktoré môže v podstatnej miere eliminovať negatívny vplyv nedostatku ako i nadbytku zrážok a znížiť tým variabilitu úrody sóje (Javor et al., 2001). V USA a v Kanade sú pri pestovaní sóje rozšírené postupy základného obrábania pôdy označované ako pôdoochranné technológie (Yusuf, et al. 1999). K nevýhodám týchto technológií bezpochyby patrí intenzívnejší prístup k regulácii zaburinenosti (Pepper, 1994).

Minimalizačné a pôdoochranné spôsoby spracovania sú dnes už aj v našich podmienkach neoddeliteľnou súčasťou zjednodušených spôsobov zakladania porastov poľných plodín (Šimon, Škoda, Hůla 1999; Kahnt 1995).

Cieľom príspevku bolo zdokumentovať úrodu sóje fazuľovej v dlhšom časovom období vo vzťahu k systémoch obrábania pôdy a zhodnotiť ekonomickú efektívnosť dosiahnutej produkcie v rámci rozdielnych spôsobov zakladania porastov sóje fazuľovej.

MATERIÁL A METÓDA

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 CVRV Piešťany v Borovciach. 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 slabou kyslou pôdnou reakciou. Z hľadiska fyzikálnych vlastností je ornica a podorničné horizonty mierne zhutnené. Obsah humusu v orníčovom 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.

Od roku 2001, v ktorom bol pokus založený sme sledovali úrodu sóje a hodnotili ekonomickú efektívnosť jej pestovania pri rôznych spôsoboch obrábania pôdy.

V rámci riešenia predmetnej problematiky sú skúšané štyri technológia 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 kypričov (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 sejba, t.j. sejba do neobrobenej pôdy. Po sejbe by mala zostať pôda pokrytá rastlinnými zvyškami na viac ako 30 %-ách.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Hodnotenie meteorologických ukazovateľov sme sústredili na kritické obdobie v pestovaní sóje, ktorým je okrem vzhádzania aj obdobie kvitnutia a tvorby zrna. Hodnotili sme preto prednostne mesiace júl až august, ktoré v rozhodujúcej miere ovplyvňujú úrodu a tým aj celkovú produkciu a následne aj ekonomiku pestovania. V tabuľke 1 je uvedená charakteristika tohto kritického obdobia v jednotlivých pestovateľských ročníkoch.

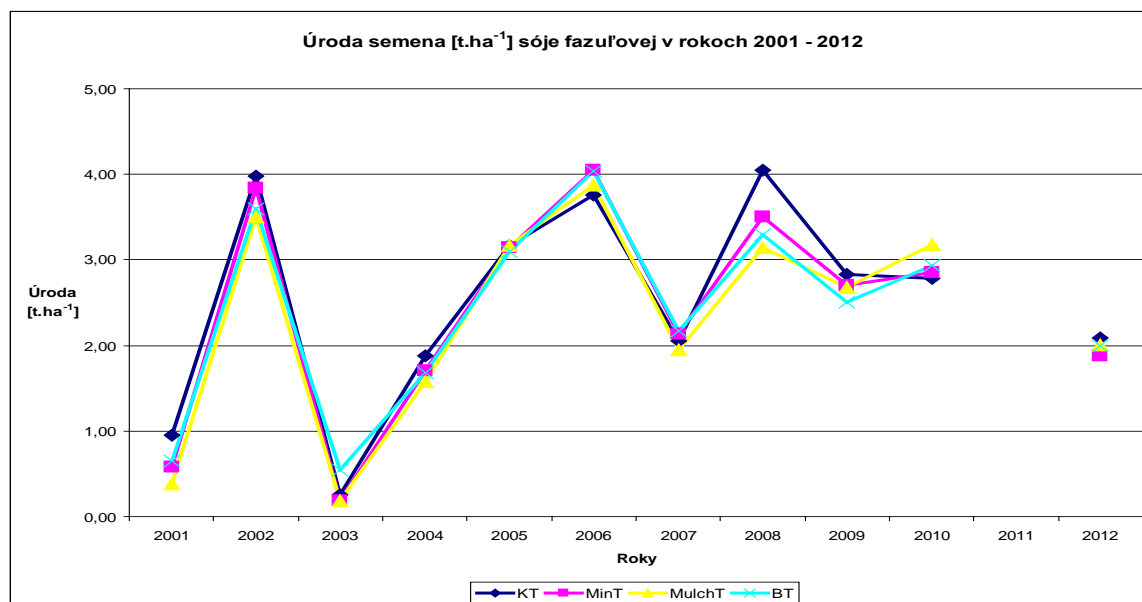
Tabuľka1: Charakteristika meteorologických podmienok v kritickom období pestovania sóje (priemer mesiacov jún – august)

Ukazovateľ	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
teplota	MT	MT	MT	T	T	T	VT	VT	VT	VT	T	T
zrážky	N	N	S	VS	N	S	N	N	S	V	S	S

Teplota: T- teplé obdobie ; VT – veľmi teplé; MT – mimoriadne teplé

Zrážky: S – suché obdobie; VS – veľmi suché; N – normálne; V - vlhké

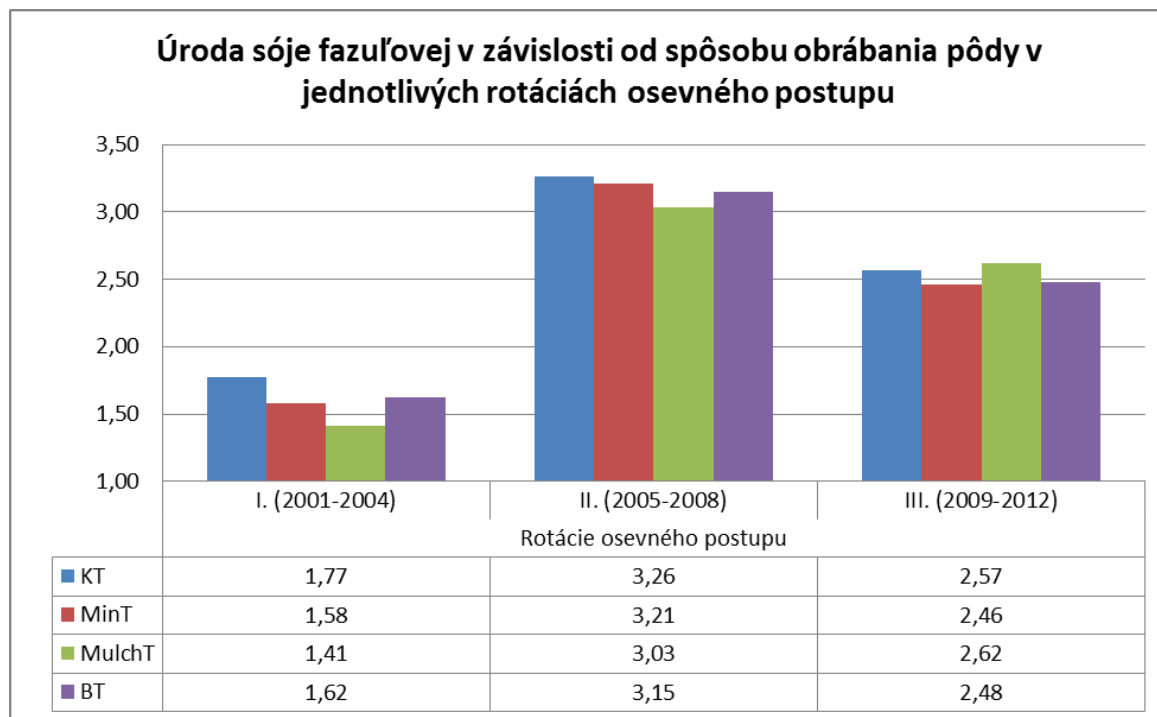
Uvedené poveternostné pomery výrazne podľa očakávania ovplyvňovali úrody, avšak pri sóji fazuľovej sme výraznejšie súvislosti medzi počasím a technológiami nezaznamenali. Vo väčšine sledovaných rokov bola najúrodnejšia sója pestovaná konvenčnou technológiou. V priemere za sledované obdobie sója pri konvenčnej technológii pestovania dosiahla úrodu $2,53 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ a v porovnaní s minimalizačnou a bezorbovou technológiou bola úroda sóje pri konvenčnom pestovaní vyššia o približne 4,5 % a v porovnaní s nastielacou technológiou o takmer 8 %. Najnižšie úrody vo všetkých technológiách boli dosiahnuté v mimoriadne teplom a suchom roku 2003, najvyššie v rokoch 2006 a 2008. Podobne aj Singh a kol (2008) porovnávajú pestovanie sóje v konvenčnej, minimalizačnej a bezorbovej technológii. Z hľadiska výšky dosiahnutej úrody hodnotia konvenčnú technológiu ako najvýkonnejšiu. Opačný trend vo výške dosiahnutej úrody publikuje Liu a kol. (2013). Najnižšie úrody zaznamenali v konvenčnej technológii. Ďalší autor Carter (2005) na základe hodnotenia vplyvu pôdoochranných technológií na výšku úrody sóje počas deviatich rokov, konštatuje, že nižšiu úrodu bola zaznamenaná pri využití redukovanej, resp. minimalizačnej technológie a súčasne konštatoval že výkonnosť sóje v tejto technológii je nevyrovnaná a najviac ovplyvnená podmienkami prostredia, čo je v súlade s našimi zisteniami, avšak bezorbovú technológiu autor hodnotí, ako najstabilnejšiu, čo sa v našom pokuse v sledovanom období nepotvrdilo.



Pri sóji fazuľovej máme z popisovaného obdobia (2001 – 2012) k dispozícii na vyhodnotenie len 11 rokov. V roku 2011 sa sója v rámci pokusu nevyhodnocovala, došlo k mechanickému poškodeniu porastov požerom zverou, predovšetkým zajacmi. Zo sledovaných jedenásť rokov dosiahla sója fazuľová najvyššiu úrodu pri konvenčnej technológii v siedmich rokoch, pri bezorbovej technológii v dvoch rokoch a po jednom roku pri minimalizačnej a nastielacej technológii. Pri sóji sa najvýraznejšie rozdiely medzi technológiami prejavili tak v suchších rokoch 2001, 2003, 2012, ako aj v mimoriadne vlhkom roku 2010.

Z pohľadu úrod za celé časové obdobie možno sledovať tendenciu naznačujúcu prednosti pôdoochranných technológií predovšetkým v rokoch kedy sa kombinujú vysoké teploty s výraznejším deficitom zrážok.

Ako z uvedeného vyplýva, že jednoznačne nemožno na základe dosiahnutých úrod konštatovať, ktorá technológia je pri pestovaní tej ktorej plodiny vhodnejšia a ktorá je menej vhodná. K podobným záverom zo svojich sledovaní dospeli Liu a kol. (2013). Využitie technológií je potrebné hodnotiť komplexne nielen pohľadom na cez dosiahnutú úrodu. Pre farmára je najdôležitejší jednoznačne ekonomický efekt. Pri využití redukovaných a pôdoochranných technológií je potrebné brať do úvahy (predovšetkým pri bezorbovej a nastielacej technológii) vysoké vstupné náklady súvisiace najmä so zabezpečením techniky. Redukované technológie sú významné zlučováním, resp. vynechávaním niektorých pracovných operácií, čo prináša zníženie nákladov spojených s obrábaním pôdy, na druhej strane však treba počítať s so zvýšením nákladov na spotrebu chemických ochranných látok, predovšetkým herbicídov.



V prvej rotácii plodín v rokoch 2001 – 2004 bola pri sóji fazuľovej dosiahnutá najvyššia úroda pri použití konvenčnej technológie, nasledovala bezorbová (-8,2 % v porovnaní s konvenčnou), následne minimalizačná (-10,8 %) a najnižšiu úrodu dosiahla táto plodina pri nastielacej technológii (-20,9%). V prvej rotácii (roky 2001 – 2004) boli dosiahnuté v priemere rokov i technológií najnižšie úrody. V druhej rotácii (roky 2005 - 2008) sme zaznamenali už medzi jednotlivými technológiami menej rozkolísané výsledky. Sója dosiahla v druhej rotácii najvyššiu úrodu opäť pri využití konvenčnej technológie, tesne nasledovala minimalizačná technológia (-1,5 %). S malým odstupom nasledovala technológia bezorbová (-3,3 %) a podobne ako v prvej rotácii aj v tejto dosiahla sója najnižšiu úrodu pri technológii nastielacej (-6,9 % v porovnaní s konvenčnou technológiou). V druhej rotácii v priemere rokov i technológií boli dosiahnuté najvyššie hektárové úrody. V tretej rotácii (roky 2009 – 2012) boli výsledky nepriaznivo ovplyvnené poveternostnými podmienkami. Práve v tejto rotácii oseedného postupu sme zaznamenali výskyt dvoch extrémne odlišných ročníkov, mimoriadne vlhkého roku 2010 a extrémne suchého roku 2012. K tomu sa pripojil ešte rok 2011, v ktorom nemohla byť úroda sóje hodnotená, nakoľko porast bol zlikvidovaný požerom zajacmi. Boli hodnotené teda len 3 roky, z toho dva spomínané extrémne roky. Pri sóji sme zaznamenali, to čo sme pri ostatných zaradených plodinách nezaznamenali, a to, že aj keď len veľmi tesne, ale najvyššia priemerná úroda bola pri nastielacej technológii, nasledovala konvenčná (- 1,9 % v porovnaní s nastielacou technológiou) a následne s takmer zhodnými úrodami technológia bezorbová a minimalizačná (- 5,4 resp. - 5,5 % v porovnaní s nastielacou technológiou). V tejto rotácii boli úrody medzi technológiami najviac vyrovnané.

Tabuľka 2: Ekonomické zhodnotenie využitia technológií pri sóji fazuľovej

Technológia	Úroda	Prírastok/strata na úrode v t	Prírastok/strata na úrode v €	Náklady pri zakladaní porastov v €	Zisk/strata v €
KT	2,53	0	0	0	0
MinT	2,41	-0,12	-49,2	-63	13,8
MulchT	2,33	-0,20	-82,0	-63	-19,0
BT	2,41	-0,12	-49,2	-90	40,8

Pri ekonomickom zhodnotení zaradených variantov obrábania pôdy sme do úvahy brali len rozdiely z pohľadu technológií. Ostatné nákladové položky, či už nákup osív, hnojív, pesticídov a ďalšieho materiálu bol v rámci jednotlivých technológií rovnaký.

Pri sóji fazuľovej bola v priemere rokov dosiahnutá najvyššia úroda v konvenčnej technológii. Ostatné technológie v úrodách za konvenčnou technológiou zaostávali a v ekonomickom vyjadrení pri realizačnej cene semena sóje v roku 2012 na úrovni 410 € strata predstavovala pri minimalizačnej a bezorbovej technológii -49 €ha⁻¹ a pri mulčovacej technológii dokonca -82 €ha⁻¹. Z pohľadu nákladov boli pri sóji nižšie pri minimalizačnej a mulčovacej technológii o -63 €ha⁻¹ a pri priamej sejbe (bezorbová technológia) o -90 €ha⁻¹. To sa v konečnom dôsledku prejavilo tak, že v porovnaní s konvenčnou technológiou sme pri minimalizačnej technológii zaznamenali zisk 14 €ha⁻¹ a pri bezorbovej 41 €ha⁻¹. V prípade sóje, keďže táto v úrodách pri využití mulčovavej a bezorbovej technológie zaostávala za konvenčnou technológiou bol zisk spôsobený len nižšími nákladmi v rámci technológií. Pri mulčovacej technológii bol ale pokles úrody sóje v porovnaní s konvenčnou v priemere rokov tak výrazný, že ani vplyvom znížených nákladov sa strata nevymazala a v porovnaní s konvenčnou technológiou predstavovala -19 €ha⁻¹. Z pohľadu ekonomického zhodnotenia sa naše výsledky nezhodujú so zisteniami autorov Singh a kol. (2008), ktorí porovnávaní pestovania sóje v konvenčnej, minimalizačnej a bezorbovej technológii síce v zhode s našimi výsledkami zistili, že konvenčná technológia bola produkčne najvýkonnejšiu, ale v rozpore s našimi zisteniami zaznamenali pri konvenčnej technológii aj najvyšší ekonomický benefit.

ZÁVERY

Na základe dosiahnutých výsledkov z dlhodobých sledovaní (roky 2011 – 2012) možno pri sóji fazuľovej pestovanej v rámci štyroch rozdielnych technológií obrábania pôdy konštatovať:

- poveternostné podmienky stanovišťa boli najvýznamnejším faktorom modifikujúcim dosiahnuté úrody v jednotlivých pokusných rokoch,
- v priemere rokov bola najvyššia úroda semena sóje fazuľovej dosiahnutá v konvenčnej technológii pestovania (až 7 z 11 pokusných rokov),
- výraznejšie rozdiely medzi konvenčnou technológiou a redukovanými, resp. bezorbovou technológiou sme zaznamenali v prvej rotácii po založení pokusu, následne sa rozdiely v úrodách mierne redukovali,
- v poslednej rotácii sme zaznamenali dokonca v priemere vyššiu úrodu pri redukovanej technológii (nastielacia) v porovnaní s konvenčnou,
- z úrodového hľadiska z doterajšieho hodnotenia, nemožno jednoznačne odporučiť konkrétnu technológiu,
- z hľadiska ekonomického možno jednoznačne konštatovať pozitívny ekonomický efekt minimalizačnej, ale predovšetkým bezorbovej technológie.

Pod'akovanie: Táto práca vznikla vďaka podpore v rámci OP Výskum a vývoj pre projekt: Systémová biológia pre ochranu, reprodukciu a využitie rastlinných zdrojov Slovenska (ITMS 26210120022), spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

LITERATÚRA

- CARTER, M. R. 2005: Long-term tillage effects on cool-season soybean in rotation with barley, soil properties and carbon and nitrogen storage for fine sandy loams in the humid climate of Atlantic Canada, In: Soil and Tillage Research, Volume 81, Issue 1, March 2005, Pages 109–120
- JAVOR, E. – SUROVČÍK, J. a i.: Technológia pestovania strukovín. Piešťany: VÚRV, 2001.
- KAHNT, G. 1995: Minimal – Bodenbearbeitung. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 112 p.
- LIU, S. - YANG, J. Y. - ZHANG, X. Y - DRURY, C. F. - REYNOLDS, W. D. - HOOGENBOOM, G. 2013: Modelling crop yield, soil water content and soil temperature for a soybean–maize rotation under conventional and conservation tillage systems in Northeast China, In: Agricultural Water Management, Volume 123, 31 May 2013, Pages 32–44,

- SINGH, K.P. - PRAKASH, V. - SRINIVAS, K. - SRIVASTVA, A.K. 2008: Effect of tillage management on energy-use efficiency and economics of soybean (*Glycine max*) based cropping systems under the rainfed conditions in North-West Himalayan Region, In: *Soil and Tillage Research*, Vol. 100, pages 78–82, doi:10.1016/j.still.2008.04.011
- ŠIMON, J. - ŠKODA, V. - HŮLA, J. 1999: Zakládání porostů hlavních polních plodin novými technologiemi. MZe Ř, Agrospoj Praha, 78 s.
- PEPPER, G. E.: Soybean production. In: Arntzen, C. J., Ritter, E. M. (eds.), *Encyclopedia of agricultural science*. 4. diel. San Diego: Academic Press, 1994, s. 193 – 202.
- YUSUF, R. I. – SIEMENS, J.C. – BULLCK, D.G.: Growth Analysis of Soybean under No-Tillage and Conventional Tillage Systems. In: *Agronomy Journal*, 91, 1999, č.6, s. 928-93.

VPLYV JESENNEJ APLIKÁCIE FUNGICÍDOV A MORFOREGULÁTOROV NA VÝVOJ KAPUSTY REPKOVEJ PRAVEJ F. OZIMNEJ

The influence of autumnal application of fungicides and morphoregulators
on the growth of rape

MÁRIA SEKERKOVÁ – ĽUBICA MALOVCOVÁ

Centrum výskumu rastlinnej výroby – Výskumný ústav rastlinnej výroby Piešťany

The aim of this study was to obtain the knowledge about the function of morphoregulators and fungicides on the root system of winter rape. The study relate to the applied morphoregulators and fungicides in the autumn in the given vegetation period. For this purpose the field experiment was established in 2011 and 2012 in the experimental station Borovce near Piešťany. In the experiment 10 treatments were used. Five products and untreated control were tested (Caryx, Tilmor, Toprex, Tebucanazole, Caramba), each of them in two doses. The statistically higher yield of winter rape was reached in the treatments with higher dose of morphoregulator in comparison with the untreated plot. In these treatments more robust root system was noticed. In 2011 and 2012 the most robust root system and the highest yield of winter rape was recorded in the treatment with Toprex in dose 0.3 l/ha.

Key words: winter rape; morphoregulators; fungicides

ÚVOD

Každý pestovateľ kapusty repkovej pravej f. ozimnej (ďalej repky olejnej) zakladá porasty s cieľom získať čo najväčšiu úrodu. K tomu, aby bola dosiahnutá čo najväčšia úroda, je potrebné vynaložiť veľké úsilie na zvládnutie celovegetačnej starostlivosti z pohľadu výživy a správne načasovanej pesticídnej ochrany. Medzi pesticídnou ochranou sa počíta aj jesenná aplikácia fungicídov s morforegulačnými účinkami a morforegulátorov s fungicídnymi účinkami. Morforegulátory sú látky, ktoré ovplyvňujú fyziologické procesy v metabolizme rastlín, čím pozitívne ovplyvňujú kvantitu a tiež aj kvalitu repky olejnej. Podstatou jesennej aplikácie regulátorov rastu je pripraviť porast repky olejnej na dobré prezimovanie.

MATERIÁL A METÓDA

V roku 2011 a 2012 bol na výskumnej báze v Borovciach založený pokus s repkou olejnou, na ktorom sme sledovali účinnosť aplikácie morforegulátorov a fungicídov na koreňový systém a zabrzdenie prerastania vegetačného vrchola s konečným dopadom na prezimovanie a úrodu.

Do pokusu bola zaradená odroda ES Astrid. Sejba v roku 2011 bola 28.VIII. v roku 2012 24.VIII. Výsevok: 3,0 kg. Hnojenie: 180 kg N. Ošetrovanie insekticídne a herbicídne bolo rovnaké na všetkých variantoch.

Variety: 1.- Kontrola; 2 – Caryx -0,8 l/ha; 3 – Caryx – 1,0 l/ha; 4 – Tilmor – 0,8 l/ha; 5- Tilmor – 1,0 l/ha; 6 - Toprex – 0,2 l/ha; 7 -Toprex – 0,3 l/ha; 8 – Tebucanazole 0,7 l/ha; 9 – tebuconazole 1,0 l/ha; 10 Caramba – 1,0 l/ha. Všetky ostatné zásahy v priebehu vegetácie boli na variantoch rovnaké.

Tri merania sa robili každých 10 dní od aplikácie prípravkov. V tabuľke sa uvádza priemer z meraní.

Stupnica pre vegetačný vrchol: 1- bez zmeny; 2 – mierne zakrátený; 3 – zakrátený; 4 – výrazne zakrátený.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Pre dobré prezimovanie repky olejnej je potrebné zabezpečiť- vybaviť rastlinu dostatočne mohutným koreňom, výrazným zakrátením vegetačného vrchola, ktoré sa deje v dôsledku porušenia apikálnej dominancie, primeranou hrúbkou koreňového krčka a samozrejme dobrým zdravotným stavom.

Za optimálnych vlhových a teplotných podmienok repkový porast vzchádza za 7 až 9 dní po sejbe. V septembri, októbri a v novembri vzídené rastliny intenzívne rastú, zakoreňujú a do koreňového krčku a koreňov ukladajú rezervné látky. Pri normálnom priebehu počasia je táto fáza ukončená do konca novembra a v tejto dobe by rastliny mali mať približne 8 -10 pravých listov v prízemnej listovej ružici. Hrúbka koreňového krčka pred nástupom zimy by mala byť 1 a viac cm, s nepredĺženým základom vegetačného vrcholu.

Dôležitosť jesennej aplikácie a funkcie regulátorov rastu na repku olejnú popisuje a rozoberá Baranyk, Fábry a kol. (2007). Poukazujú hlavne na porušenie aplikálnej dominancie, po ktorej sa obmedzuje riziko predĺžovacieho rastu. Reguláciou rastu ozimnej repky sa zaoberá vo svojom príspevku aj Vašák, Bečka, Kroutil (2002).

Z našich výsledkov je vidieť (v oboch rokoch), nárast hrúbky koreňového krčka, dĺžky koreňa, celkovej hmotnosti koreňa po ošetrovaní sledovanými prípravkami v porovnaní s kontrolným variantom.

V roku 2012 sme zaznamenali nižšie hodnoty sledovaných parametrov, v prvom rade v dôsledku nekompletného a pomalého vzchádzania, ktoré bolo ovplyvnené suchom v období po sejbe(VIII;IX).

Rozdiel v prírastkoch jednotlivých veličín na koreni je vidieť medzi jednotlivými variantmi – morforegulátormi, ale aj v rámci samotných morforegulátorov.

V dobe, keď začiatkom novembra nastupovala zima a tiež aj vegetačný kľud rastlín, na dosiahnutie dobrých parametrov koreňa pre prezimovanie stačili aj nižšie dávky morforegulátorov, poprípade fungicídov s morforegulačným účinkom. S pribúdajúcimi teplými jeseňami už rozhodne nižšie dávky morforegulátorov nezabezpečia potrebné parametre koreňa, ktoré sú nevyhnutne pre dobré prezimovanie repky olejnej.

Z výsledkov (tab.1,2) je vidieť, že pri všetkých použitých morforegulátoroch so stúpajúcou dávkou aplikovaného prípravku úmerne narastá aj hmotnosť koreňového krčka, dĺžka koreňa, hmotnosť koreňa a toto všetko sa odzrkadlilo aj na dosiahnutej úrode.

V roku 2012 sme zaznamenali na všetkých ošetrovaných variantoch vyššiu úrodu ako na kontrole, ale na variantoch 2,3,7,9 v porovnaní s kontrolným variantom preukazne vyššiu úrodu. Porovnaním úrod vzájomne medzi variantmi sme zaznamenali preukazné rozdiely vo výške úrod medzi variantmi 3 a 4; 3 a 6; 3 a 8; 3 a 10. Preukazné rozdiely v úrodách sme zistili aj medzi ďalšími variantmi 4 a 7; 5 a 7; 6 a 7; 7 a 8; 7 a 10.

Aj v roku 2013 sme zaznamenali rozdiely v úrodách medzi jednotlivými variantmi. V porovnaní s kontrolou, sme zistili preukazne vyššie úrody na všetkých ošetrovaných variantoch. Pri porovnaní druhého variantu s ostatnými ošetrovanými sme zaznamenali preukazne vyššiu úrodu medzi 2 a 7 variantom. Podobne pri porovnaní ostatných variantov sme zaznamenali preukazný rozdiel v úrode vždy v prospech prvého porovnávacieho variantu 3 a 7; 4 a 7; 5 a 7; 6 a 7; 7 a 8; 8 a 9, 8 a 10.

V priemerných úrodách medzi rokmi sme zaznamenali preukazne vyššiu úrodu v roku 2013, na čo mal nesporne významný vplyv ročník. Tiež boli preukazné rozdiely vo výške úrod medzi variantmi v porovnaní rokov medzi sebou. Na nadzemnej časti rastlín sme po aplikácii morforegulátorov zaznamenali viditeľné stmavnutie listovej plochy. Naše získané výsledky korešpondujú s výsledkami, ktoré rozoberá a popisuje Bečka, Vašák (2003).

Význam morforegulátorov ďalej spočíva aj v obmedzení výskytu chorôb, hlavne fómovej hniloby, pri slabšej intenzite výskytu.

V prípade silného výskytu chorôb treba dodať fungicídnu účinnú látku, alebo aplikovať plnú dávku fungicídu s účinnou látkou tebuconazole, metconazole.

Tabuľka 1: Rok 2012 – aplikácia postreku 20. X. 2011

Variant	Dávka	Hrúbka kor. krčka v cm	Dĺžka koreňa v cm	Hmotnosť koreňa v g	Úroda t/ha	Veg.vrcho 1
1.Kontrola		0,5	10,85	13,52	2,19	1
2.Caryx	0,8 l	1,03	16,55	23,43	2,53	3
3.Caryx	1,0 l	1,18	17,85	25,65	2,79	4
4.Tilmor	0,8 l	0,9	17,20	23,10	2,30	3
5.Tilmor	1,0 l	1,12	17,55	24,15	2,49	4
6.Toprex	0,2 l	1,15	16,85	23,10	2,35	3
7.Toprex	0,3 l	1,20	18,15	25,90	2,85	4
8.Tebuconazole	0,7 l	0,7	14,55	14,95	2,27	2
9.Tebuconazole	1,0 l	0,9	16,95	22,34	2,53	3
10.Caramba	1,0 l	1,00	17,10	22,00	2,43	3
Priemer					2,47	
Hd 0,05 varianty 2012					0,31	

Tabuľka 2 : Rok 2013 – aplikácia postreku 18.X.2012

Variant	Dávka	Hrúbka kor. krčka v cm	Dĺžka koreňa v cm	Hmotnosť koreňa v g	Úroda t/ha	Veg.vrch ol
1.Kontrola		0,65	11,50	15,25	3,22	1
2.Caryx	0,8 l	1,20	17,20	26,60	4,02	3
3.Caryx	1,0 l	1,35	18,65	28,75	4,22	4
4.Tilmor	0,8 l	1,0	18,10	25,90	3,96	3
5.Tilmor	1,0 l	1,20	18,30	26,95	4,06	4
6.Toprex	0,2 l	1,12	16,40	24,15	3,87	3
7.Toprex	0,3 l	1,30	18,50	29,30	4,73	4
8.Tebuconazole	0,7 l	0,80	14,30	15,26	3,75	2
9.Tebuconazole	1,0 l	1,0	17,60	24,25	4,35	3
10.Caramba	1,0 l	0,9	16,40	23,30	4,32	3
Priemer					4,05	

Variant	Dávka	Hrúbka kor. krčka v cm	Dĺžka koreňa v cm	Hmotnosť koreňa v g	Úroda t/ha	Veg.vrch ol
Hd 0,05 varianty r.2013					0,48	
Hd 0,05 roky					0,27	
Hd 0,05 varianty r.2012 - 2013					0,75	

ZÁVER

1. Jesenná aplikácia morforegulátorov pôsobí priaznivo na rast a vývoj koreňovej hmoty repky olejnej.
2. Jednoznačne aplikácia vyššej (plnej) dávky morforegulátora má pozitívny vplyv na priaznivejší vývoj koreňovej hmoty.
3. Aplikácia vyšších dávok morforegulátorov zabezpečí preukazne vyššiu úrodu v porovnaní s neošetreným variantom a tiež s väčšinou ošetrených variantov s nižšou dávkou morforegulátora.

Pod'akovanie: Uvedené výsledky boli získané z rezortného projektu „Možnosti a spôsoby zabezpečenia udržateľnej rastlinnej výroby v meniacich sa podmienkach prostredia“ (UDRAVY) podporeného Ministerstvom Pôdohospodárstva SR, riešeného v rokoch 2010-2012.

LITERATÚRA

- BARANYK,P. – FÁBRY,A. a kol.(2007). „Ľepka“, pestování ,využití, ekonomika. Knižná publikácia s.140 - 147
- BEČKA, D. – VAŠÁK J.(2003). Nové poznatky k aplikaci rustových regulátoru u řepky ozimé. Sborník“Řepka,Mák,Hořčice“ 2003 s. 152
- VAŠÁK,J.-BEČKA,D.-KROUTIL,P. (2002) Regulace rustu ozimé řepky, Agro,7 (9 – 10):19 – 22.

Kontaktná adresa:

Ing.Mária Sekerková,CSc, Centrum výskumu rastlinnej výroby – Výskumný ústav rastlinnej výroby Piešťany, e –mail: sekerkova@vurv.sk

VARIABILITA ZRNITOSTNÉHO ZLOŽENIA A JEHO VPLYV NA OBHOSPODAROVANIE ÚZEMIA POLDRA BEŠA

Granulometric composition variability and its effect on cultivation of polder Beša area

DANA KOTOROVÁ¹ – LADISLAV KOVÁČ¹ – JANA JAKUBOVÁ¹ – PETRA SEMANCOVÁ²

¹Centrum výskumu rastlinnej výroby – Výskumný ústav agroekológie Michalovce

²Prešovská univerzita v Prešove – Fakulta humanitných a prírodných vied

Retention reservoir Beša is very interesting area from point of view of water, landscape, ecological and agricultural. Polder is saturated only at especial flood situations. Polder is reservoir with capacity 53 mil.m³ and its area is 1 568 ha. In year 2009 in dry polder Beša ended solution of project “Quantification of no-production functions of soil and land in dry polder Beša”. In year 2012 in dry polder Beša started researching of project “Analyse of soil properties and landscape development of non-regularly overflowed areas“. This project builds on the previous one and focuses on the quantification of soil properties changes in the polder Beša after flooding in 2010. In four soil profiles in depths 0.0 – 0.6 m in each 0.2 m were determined parameters as follows: particle-size composition, bulk density, total porosity. Botanical composition of perennial swards was made by method of reduce projective dominance. For determination of possibilities for its agricultural using, area of polder Beša was divided on four parts for facilitating of ground survey of this area. In year 2012 the content of clay particles was in range 22.28 – 78.89 % and characterized soil in polder Beša as sandy-loamy soil till clay. Ground survey, made in year 2012, confirmed very spatial soil heterogeneity from 2009 year. Overflowing of this area in year 2010 contributed to increasing of soil bulk density (in average by 65 kg m⁻³) and decreasing of total porosity (in average by 1.95 %). Based on the obtained results can be assumed negative changes in soil properties after flooding of the polder Beša area. In all parts of polder the grass component was dominating. Meadow foxtail represented 90 % from grasses, but in central part of polder it was nearly 82 %. From total acreage of perennial grass stands in polder, in year 2012 only 92 ha was used for hay production and others area was mulched.

Key words: non-overflowed area, granulometric composition, agricultural using of area

ÚVOD

V súvislosti s prebiehajúcou klimatickou zmenou sa mení aj priebeh počasia. Na území Slovenskej republiky je badateľný trend postupného zvyšovania priemerných ročných teplôt vzduchu a nárast úhrnov zrážok najmä v letných mesiacoch, ale ich pokles v ostatných mesiacoch. Nepriaznivým dôsledkom je častejší výskyt lokálnych povodní.

Jednou z možností ochrany pred povodňami je budovanie retenčných nádrží – tzv. poldrov. Na Východoslovenskej nížine (VSN) bol vybudovaný suchý polder Beša, v ktorom sa zachytávajú veľké vody z povodia rieky Bodrog. Polder sa napúšťa nepravidelne, len pri mimoriadnych povodňových situáciách, keď hrozí nedodržanie dohody s Maďarskou republikou o maximálnom prietoku a hladine Bodrogu v Strede nad Bodrogom. Pri poklese hladiny vody v Laborci sa polder vypúšťa a po vyschnutí sa môžu pôvodne zaplavené pozemky obrábať. Suchý polder Beša je svojou rozlohou 1 568 ha a retenčnou kapacitou 53 mil. m³ vody je najväčším suchým poldrom v strednej Európe (Šútor et al., 1995). Polder Beša zasahuje do katastrálnych území troch obcí, a to do katastrálneho územia obce Oborín, do katastrálneho územia obce Ižkovce a do katastrálneho územia obce Beša (Vološ, 2009). Od uvedenia poldra Beša do prevádzky v roku 1965 bol doteraz napustený 7-krát, naposledy v roku 2010. Najviac retenčného objemu poldra sa využilo v roku 1974 (83,02 %) a v roku 2000 (78,11 %).

Územie suchého poldra Beša predstavuje krajinný priestor zložený z rôznych ekosystémov (lesy, prirodzené lúky a pasienky, vodné ekosystémy, agroekosystémy). Tieto ekosystémy sa vyznačujú vysokým stupňom biodiverzity (Kotorová et al., 2010). Ekologická stabilita krajiny je na tomto území v dlhších a nepravidelných časových intervaloch narušovaná činnosťou človeka, a to umelým zaplavovaním poldra. Stabilitu a prírodnú hodnotu územia ohrozujú nielen procesy intenzívnej poľnohospodárskej výroby, ale aj opúšťanie poľnohospodárskej pôdy, čo vedie k strate a degradácii biotopov a ekosystémov, k úbytku biologickej rozmanitosti, k erózii a degradácii pôdy, k zmene hydrologického režimu a pod.

Cieľom práce bolo porovnať zmeny zrnitostného zloženia pôdných druhov v poldri Beša a vybraných fyzikálnych vlastností a analyzovať ich dopad na spôsob obhospodarovania záujmového územia v čase nezaplavenia poldra.

MATERIÁL A METÓDA

S dôrazom na zaznamenanie zmien vo vývoji pôdných vlastností a krajiny sa v rokoch 2007 – 2009 v poldri Beša riešil projekt APVV-0477-06 „Kvantifikácia mimoprodukčných funkcií pôdy a krajiny v suchom poldri Beša“. Od roku 2012 sa riešením projektu „Analýza vlastností pôdy a vývoja krajiny v nepravidelne zaplavovaných územiach“ nadviazalo na predchádzajúci projekt, nakoľko polder Beša bol v roku 2010

opätovne napustený a vznikol predpoklad možných zmien nielen pôdnych vlastností, ale aj krajinných prvkov. Hranice poldra sú znázornené na obr. 1.



Obr. 1 Hranice poldra Beša

Terénny prieskum sa v roku 2012 realizoval na štyroch pôdnych profiloch reprezentujúcich najrozšírenejšie pôdne druhy v poldri. V tabuľke 1 sú uvedené informácie o odberných profiloch.

Na základe lokalizácie pomocou GPS sa v roku 2012 odobrali pôdne vzorky takmer z identických bodov ako v roku 2009.

Pôdne vzorky pre zistenie zrnitostného zloženia boli odoberané zo štyroch pôdnych profilov (1. – 4.) z hĺbky 0,0 – 0,6 m po 0,2 m. Pipetovacou metódou boli stanovené nasledovné zrnitostné frakcie: 1. frakcia – íl (< 0,001 mm), 2. frakcia – jemný a stredný prach (0,001 – 0,01 mm), 3. frakcia – hrubý prach (0,01 – 0,05 mm), 4. frakcia – jemný piesok (0,05 – 0,25 mm), 5. frakcia – stredný piesok (0,25 – 2,00 mm). Obsah zrn I. kategórie (< 0,01 mm) bol určený ako súčet 1. a 2. frakcie, t.j. súčet obsahu ílu a jemného a stredného prachu. Prepočtom sa stanovil obsah ílu s priemerom častíc < 0,002 mm podľa Neměčka et al. (2011) a Makovníkovej a Širáňa (2011).

Zo základných fyzikálnych vlastností pôdy sa analytickými metódami, tak ako ich uvádzajú Hrivňáková et al. (2010), v odobratých vzorkách stanovila objemová hmotnosť redukovaná a celková pórovitosť. V príspevku sú prezentované priemerné výsledky z profilu 0,0 – 0,6 m.

Tabuľka 1: Charakteristika odberných profilov

Označenie profilu	Pôdny druh	Popis profilu	Lokalizácia profilu	
			s. š.	v. d.
1. – 4002/1	piesočnato-hlinitá pôda	orná pôda, severná časť	48°34'13"	21°58'20"
2. – 4204/1	ílovito-hlinitá pôda	typická lúka, severná časť	48°32'39"	21°55'30"
3. – 1304/1	ílovitá pôda	veľmi podmáčané, východná časť	48°31'36"	21°59'57"
4. – 3202/1	íl	podmáčané, západná časť	48°31'50"	21°56'57"

Na území poldra Beša sa hodnotili zmeny vo floristickom zložení trvalých trávnych porastov (TTP). Pri využívaných trvalých trávnych porastoch sa monitoroval spôsob ich využívania. Floristické zloženie TTP bolo hodnotené metódou redukovanej projektívnej dominancie (Braun-Blanquet, 1964). Areál poldra sa vyznačuje značnou heterogenitou, ktorá v spojení s rozsiahlou výmerou poldra komplikovala výskum, a preto sa územie poldra už v začiatkových fázach terénnych prieskumov rozdelilo do štyroch pomerne kompatibilných častí – severnú, centrálnu, južnú a východnú. Okrem hodnotenia TTP sa na základe získaných informácií stanovili aj hranice poldra, výmery TTP, ornej pôdy s konkretizáciou pestovaných plodín, stanovili sa výmery podľa katastrov a podľa užívateľov pozemkov.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Územie Východoslovenskej nížiny, do ktorého patrí aj suchý polder Beša, sa vyznačuje výraznou heterogenitou pôdnych pomerov, ktorá sa prejavuje aj striedaním rozdielnych pôdnych druhov na krátkych vzdialenostiach. Ťažké pôdy VSN sa vyvinuli na bezkarbonátových ťažko priepustných sedimentoch s kritickou vnútornou drenážou. Ich vlastnosti sú podmienené textúrnym a mineralogickým zložením. Podľa spresnených údajov zistených Výskumným ústavom pôdozvedectva a ochrany pôdy sa z hľadiska zrnitostného

zloženia na území Východoslovenskej nížiny vyskytuje 3,2 % ľahkých pôd, 54,1 % stredne ťažkých pôd, 22,1 % ťažkých pôd a 20,6 % veľmi ťažkých pôd (Vilček, 2005).

Pri výbere odberných profilov sa vychádzalo zo zastúpenia pôdných druhov nachádzajúcich sa v poldri Beša. Taktiež sa prihliadalo na to, aby sa pôda využívala poľnohospodársky rozdielnym spôsobom.

Záplavy vznikajú rozliatím vody z vodných tokov po povrchu pôdy. To sa deje vtedy, keď vodné toky nie sú upravené, alebo je nevyhovujúci odtok dažďových zrážok z krajiny. Vodné toky v nížinných oblastiach zvyčajne pretekajú poľnohospodárskou krajinou, ktorá je zároveň aj intenzívne využívaná, a tak záplavy spôsobujú nemalé škody. Záplavy poľnohospodársky využívaných pôd sú nebezpečné i škodlivé hlavne vtedy, ak trvajú dlhšiu dobu. V takýchto prípadoch sa mení vodný a vzdušný režim pôdy, jej štruktúra a vlastnosti. Výsledkom je znížená úrodnosť pôdy, čo sa prejavuje nielen v retardácii rastu a vývoja poľných plodín, ale aj v zhoršení kvality výslednej produkcie. Veľmi nebezpečné sú jarné záplavy, kedy sa voda nepriaznivo prejaví na vyvíjajúcom sa poraste. Sú známe informácie o tom, že pri zaplavení pôdy dlhšom ako desať dní výsledná úroda napr. pšenice ozimnej dosiahne len 62 – 39 % možnej úrody na nezaplavenej pôde. Z tohto dôvodu možno predpokladať, že po zaplavení poldra Beša dôjde k zmenám pôdných vlastností, zmenia sa základné pôdne charakteristiky, a pôda sa nebude môcť v konkrétnom období poľnohospodársky využívať.

Územie poldra Beša je pre intenzívne poľnohospodárske využívanie znevýhodnené najmä z dôvodu jeho nepravidelného zaplavovania, ktoré nie je možné s vysokou pravdepodobnosťou vopred predikovať. Od roku 1965 doteraz bol napustený 7-krát, pričom ani v jednom prípade nebola jeho retenčná kapacita úplne využitá. Jeho napustenie je výsledkom povodňovej situácie v povodí riek Laborec a Bodrog. V tabuľke 2 sú uvedené termíny napúšťania a retenčné objemy.

Tabuľka 2: Napúšťanie poldra Beša (zdroj: SVP š. p.)

Povodňová situácia	Napustené množstvo [mil. m ³]	Využitie objemu poldra [%]
október 1974	44,0	83,02
január 1979	30,2	56,98
júl 1980	34,5	65,09
marec 1999	30,2	56,98
apríl 2000	41,4	78,11
marec 2006	11,0	20,75
máj a jún 2010	35,0	66,04

Základná klasifikácia zrnitostných frakcií (Kufílek, 1978) charakterizuje štyri kategórie veľkosti pôdných častíc: I. kategória – ílovité častice, II. kategória – prach, III. kategória – práškovitý piesok, IV. kategória – piesok. Pre jednotlivé kategórie je typický rozdielny priemer zrn. Podľa obsahu ílovitých častíc (< 0,01 mm) sa pôda rozdeľuje na pôdne druhy. Ich základné kategórie vychádzajú z Novákovej klasifikačnej stupnice zrnitosti (Zaujec et al., 2009). V roku 2010 bol polder zaplavený. V tabuľke 3 sú uvedené priemerné hodnoty zrnitostného zloženia sledovaných pôdných profilov.

Tabuľka 3: Priemerné zrnitostné zloženie pôdných profilov v poldri Beša [%]

Ø častic	Rok	Pôdny profil			
		1.	2.	3.	4.
< 0,001 mm íl	2009	10,34	21,83	40,42	41,70
	2012	14,24	26,50	34,06	52,32
	Δ2012-2009	+3,90	+4,87	-6,36	+10,62
0,001 – 0,01 mm jemný a stredný prach	2009	13,55	31,60	26,60	34,80
	2012	10,64	27,41	33,69	25,73
	Δ2012-2009	-5,91	-4,19	+7,09	-9,07
0,01 – 0,05 mm hrubý prach	2009	24,36	25,94	19,55	17,25
	2012	18,91	26,06	18,81	11,03
	Δ2012-2009	-5,45	+0,12	-0,74	-6,22
0,05 – 0,25 mm jemný piesok	2009	35,80	18,46	9,56	5,43
	2012	40,42	16,93	10,68	10,43
	Δ2012-2009	+4,62	-1,53	+1,12	+5,00
0,25 – 2,00 mm stredný piesok	2009	15,95	2,16	3,87	0,82
	2012	15,79	3,11	2,75	0,79
	Δ2012-2009	-0,16	+0,95	-1,12	-0,03
< 0,01 mm I. kategória ílovité častice	2009	23,89	53,43	67,02	76,50
	2012	24,88	53,91	67,76	78,05
	Δ2012-2009	+0,99	+0,46	+0,74	+1,55
Pôdny druh	2009	piesočnato-hlinitá pôda	ílovito-hlinitá pôda	ílovitá pôda	íl
	2012	piesočnato-hlinitá pôda	ílovito-hlinitá pôda	ílovitá pôda	íl

V roku 2012 sa priemerné obsahy jednotlivých zrnitostných frakcií v sledovaných pôdných profiloch v porovnaní s priemernými obsahmi v roku 2009 významne nemenili. Zrnitostné zloženie je výsledkom dlhotrvajúceho pôdotvorného procesu, a tak zistené rozdiely (tabuľka 3) sú viac dôsledkom priestorovej heterogenity záujmového územia, než vplyvu zaplavenia územia poldra. To znamená, že opätovné zaplavenie poldra v roku 2010 nemohlo výrazne prispieť k zmenám v zastúpení jednotlivých zrnitostných frakcií.

Zo zrnitostného zloženia sledovaných pôdnych profilov vyplýva, že obsah ílu (1. frakcia) sa v hĺbke 0,0 – 0,6 m nachádzal v intervale 10,34 – 52,32 %. Obsah jemného a stredného prachu (2. frakcia) v hĺbke 0,0 – 0,6 m dosahoval 10,64 – 34,80 %. Hrubý prach (3. frakcia) sa vo všetkých hodnotených pôdnych sondách pohyboval v intervale 11,03 – 26,06 %. Obsah jemného piesku (4. frakcia) sa pohyboval v intervale 5,43 – 40,42 %. Stredný piesok (5. frakcia) sa pohyboval od 0,79 % (4. profil v roku 2012) do 15,95 % (1. profil v roku 2009). Na základe získaných výsledkov možno predpokladať, že nepravidelné zaplavovanie územia suchého poldra Beša vplýva aj na obsah jednotlivých zrnitostných frakcií v sledovaných pôdnych profiloch, ale nedochádza k zmene pôdneho druhu.

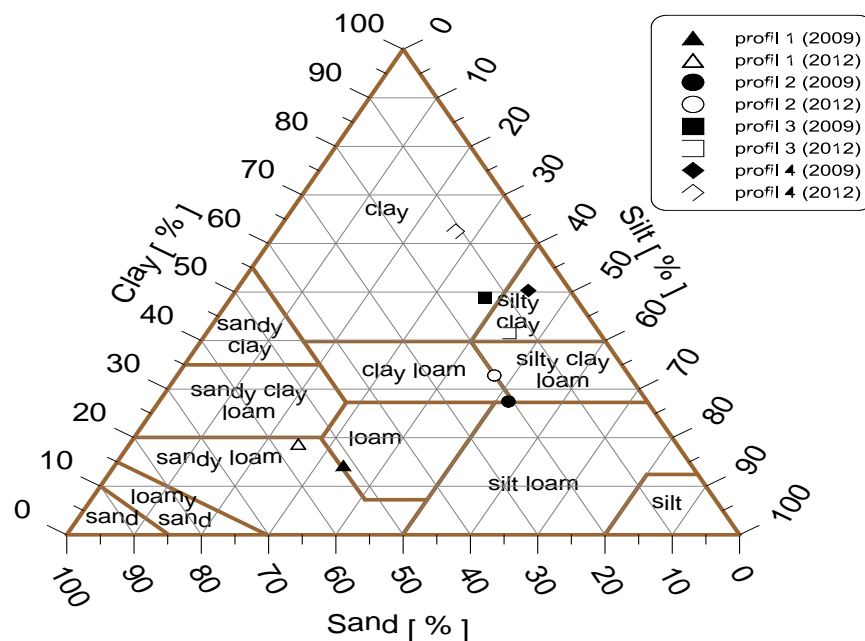
Najľahšie oplyvniteľnou základnou vlastnosťou pôdy je objemová hmotnosť a s ňou korelujúca celková pórovitosť. Priemerné hodnoty týchto pôdnych parametrov sú uvedené v tabuľke 4. V roku 2012 v porovnaní s rokom 2009 sa objemová hmotnosť zvýšila vo všetkých pôdnych profiloch o 16 až 122 kg.m⁻³. Najvýraznejšie zvýšenie sa zistilo pre ílovitú pôdu a íl (profily 3. a 4.). Najvyššiu objemovú hmotnosť mala piesočnato-hlinitá pôda v 1. profile. Hodnoty objemovej hmotnosti však boli podstatne nižšie v profiloch s vyšším obsahom ílovitých častíc než v profile s piesočnato-hlinitou pôdou. Prejavil sa tu významný vplyv ílovitých častíc a kryštalická mriežka ílových minerálov na báze montmorillonitu a illitu s vysokou schopnosťou procesov napučievania a zmršťovania. Podobné zistenia publikovali napr. Guspan et al. (1975), Fulajtár (1986), či Šútor et al. (2002) pre pôdy Východoslovenskej nížiny.

So zvýšením objemovej hmotnosti korešpondovalo zníženie celkovej pórovitosti, ktorá je funkciou objemovej hmotnosti a mernej hmotnosti. Ako vyplýva z údajov v tabuľke 4, v roku 2012 bola celková pórovitosť v priemere o 1,95 % nižšia ako v roku 2009. Najnižšia celková pórovitosť bola v piesočnato-hlinitom pôdnom profile (rok 2009: 34,80 %; rok 2012: 34,27 %) a najvyššia v profile s ílom (rok 2009: 58,31 %; rok 2012: 54,78 %). Znížením celkovej pórovitosti sa znižuje objem pórového priestoru, čo indikuje veľkú pravdepodobnosť zníženia nielen transportnej, ale aj akumuláčnej funkcie pôdy v poldri Beša (Kotorová et al., 2011).

Tabuľka 4: Priemerná objemová hmotnosť a celková pórovitosť pôdnych profilov v poldri Beša

Pôdny profil	ρ_d [kg.m ⁻³]			Pc [%]		
	2009	2012	Δ 2012-2009	2009	2012	Δ 2012-2009
1.	1719	1751	+32	34,80	34,27	-0,54
2.	1263	1279	+16	51,71	51,88	+0,17
3.	1232	1354	+122	52,87	48,96	-3,90
4.	1114	1205	+91	58,31	54,78	-3,53
priemer	1332	1397	+65	49,42	47,47	-1,95

Kde: ρ_d – objemová hmotnosť redukovaná, Pc – celková pórovitosť



Obr. 2 Zastúpenie kategórií podľa zrnitostného trojuholníka

V roku 2012 sa robili terénne prieskumy počas vegetácie trvalých trávnych porastov (TTP). Bolo hodnotené floristické zloženie porastu a jeho využívanie. V štruktúre poľnohospodárskej pôdy v poldri Beša

trvalé trávne porasty zaberajú výmeru 638,41 ha, čo predstavuje 81,38 % z poľnohospodárskej pôdy. Pri hodnotení trvalých trávnych porastov je dôležitý poznatok, že sú to vlhké aluviálne lúky tvorené psiarkovými porastmi patriacimi do fytoecologickej jednotky (zväzu, podzväzu) *Cnidion venosi*, *Alopecurion pratensis* a asociácie *Alopecuretum pratensis*. Areál poldra sa rozdelil do štyroch častí na základe ktorých sa robilo aj floristické hodnotenie a to na severnú, centrálnu, južnú a východnú časť. Podobný prístup k hodnoteniu floristického zloženia poldra Beša zvolili Kováč et al. (2007) a Kováč s Kotorovou (2008).

V severnej časti poldra TTP zaberajú výmeru 165,42 ha. V porastoch prevládali trávy, ktoré pokrývali 96,1 % plochy. Trávnou zložku z 95 až 99 % tvorila psiarka lúčna (*Alopecurus pratensis* L.). Z ostatných tráv boli identifikované len 1 – 3 % zastúpenia lipnice stlačenej (*Poa compressa* L.). Nízke bolo zastúpenie bôbových (1,9 %), z ktorých sa vyskytovala len vika vtáčia (*Vicia cracca* L.). Zastúpenie bylín bolo nízke, len 2,0 %. Najvýznamnejšie boli zastúpené iskerník plazivý (*Ranunculus repens* L.), púpava lekárska (*Taraxacum officinale* Weber in Wiggers) a pichliač roľný (*Cirsium arvense* L. Scop.).

V centrálnej časti sú TTP na výmere 124,92 ha. Floristické zloženie porastu bolo menej priaznivé ako v severnej časti. V porovnaní so severnou časťou v centrálnej bolo vyššie zastúpenie bylín a to 14,0 %. Trávnou zložka (psiarka lúčna) tvorila 81,8 %. Z bôbových (*Fabaceae*) sa tu na rozdiel od severnej časti okrem viky vtáčej (*Vicia cracca* L.) vyskytovali aj ďatelina lúčna (*Trifolium pratense* L.) a ďatelina plazivá (*Trifolium repens* L.). Z bylín boli významnou mierou zastúpené lipkavec severný (*Galium boreale* L.), margaréta biela (*Leucanthemum vulgare lamk.*), vlkovec obyčajný (*Aristolochia clematitis* L.), kukučka lúčna (*Lychnis flos-cuculi* L.).

Tabuľka 5: Hodnotenie porastov TTP v poldri Beša podľa častí v roku 2012

Časť poldra	Výmera	Floristické zloženie			
		Trávy	Bôbovité	Byliny	Prázdne miesta
Severná	165,42	96,1	1,9	2,0	0
Centrálna	124,92	81,8	4,2	14,0	0
Južná	218,69	95,5	1,0	3,5	0
Východná	129,38	93,0	2,6	4,4	0

V južnej časti poldra je celková výmera TTP 218,69 ha. Bolo tu zaznamenané vysoké zastúpenie tráv 95,5 %, ale pomerne nízke zastúpenie bôbových 1,0 %, ktorú tvorila len vika vtáčia (*Vicia cracca* L.), bez zastúpenia niektorého z druhov ďatelinovín. Zastúpenie bylín bolo nízke, len na 3,5 % plochy. Z bylín prevládali pichliač roľný (*Cirsium arvense* L.Scop.), iskerník plazivý (*Ranunculus repens* L.) a púpava lekárska (*Taraxacum officinale* Weber in Wiggers).

Výmera TTP vo východnej časti je 129,38 ha. V typicky psiarkovitých porastoch bol v roku 2012 nízky podiel bôbových (*Fabaceae*) zastúpených len vikou vtáčou (*Vicia cracca* L.) na 2,6 % výmery. Podiel bylín bol 4,4 %. Prevládala tu palina obyčajná (*Artemisia vulgaris* L.) a z ostatných bylín boli zastúpené lipkavec močiarny (*Galium palustre* L.), pichliač roľný (*Cirsium arvense* L.Scop.) a iskerník plazivý (*Ranunculus repens* L.).

Tabuľka 6: Hodnotenie využívania porastov TTP v poldri Beša v roku 2012 [ha]

Časť poldra	Výmera	Využívanie	
		Kosenie	Mulčovanie
Severná	165,42	91,77	73,65
Centrálna	124,92	0	124,92
Južná	218,69	0	218,69
Východná	129,38	0	129,38

V severnej časti poldra sa kosilo na 91,77 ha, zostávajúca plocha sa mulčovala. Na zostávajúcich častiach poldra sa trvalé trávne porasty nevyužívali na výrobu sena, ale celá výmera sa mulčovala a trávna hmota zostávala na pozemkoch.

ZÁVERY

- Terénny prieskum v krajinom území suchého poldra Beša vykonaný v roku 2012 potvrdil vysokú priestorovú heterogenitu pôdných druhov zistenú v roku 2009.
- Na základe zrnitostného zloženia je pôda v odberných profiloch charakterizovaná ako piesočnato-hlinitá (profil 1.), ílovito-hlinitá (profil 2.), ílovitá (profil 3.) a íl (profil 4.). Z porovnania obsahu ílovitých častíc vyplýva, že zaradenie pôdy poldra Beša k pôdnym druhom z roku 2009 sa v roku 2012 nezmenilo.
- Zaplavenie poldra Beša v roku 2010 prispelo k zvýšeniu objemovej hmotnosti a k zníženiu celkovej pórovitosti pôdy v roku 2012 v porovnaní s rokom 2009. Zvýšenie objemovej hmotnosti v priemere o 65 kg.m⁻³ a zníženie celkovej pórovitosti o 1,95 % naznačuje zhoršenie vodo-vzdušných pomerov pôdy v poldri a tým zníženie akumuláčnej i transportnej funkcie pôdy.

- Na základe doterajších výsledkov možno predpokladať negatívne zmeny pôdných vlastností po zaplavení záujmového územia. Ďalší vývoj zrnitostného zloženia pôdných fyzikálnych vlastností v suchom poldri Beša bude predmetom ďalšieho skúmania.
- Vo všetkých častiach poldra dominovala trávna zložka zastúpená psiarkou lúčnou. Tvorila viac ako 90 percentné zastúpenie, s výnimkou centrálnej časti, kde tvorila necelých 82 %.
- Z celkovej výmery trvalých trávnych porastov sa v roku 2012 len necelých 92 ha využívala na výrobu sena, ostatná plocha sa mulčovala.

Pod'akovanie: Táto práca bola podporovaná Agentúrou pre podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. APVV-0163-11.

LITERATÚRA

- FULAJTÁR, E.: Fyzikálne vlastnosti pôd Slovenska, ich úprava a využitie. 1. vyd. Bratislava: Veda, 1986. 156 s.
- GUSPAN, J. – FORGÁČ, K. – ZRUBEC, F.: Zúrodňovanie ťažkých pôd. 1. vyd. Bratislava : Príroda, 1975. 219 s.
- HRIVNÁKOVÁ, K. – MAKOVNÍKOVÁ, J. et al.: Jednotné pracovné postupy rozborov pôd. 1. vyd. Bratislava : Výskumný ústav pôdoznanectva a ochrany pôdy, 2011. 136 s. ISBN 978-80-89128-89-1
- KOTOROVÁ, D. – MATI, R. – KOVÁČ, L. – ŠOLTYSOVÁ, B.: Možnosti mimoprodukčného využívania poldra Beša. In: Folia oecologica 3, roč. 51., 2010, s. 74-88.
- KOTOROVÁ, D. – JAKUBOVÁ, J. – KOVÁČ, L.: Dependence of heavy soil transport function on soil profile depth. In: Agriculture (Poľnohospodárstvo), vol. 57, 2011, no. 2, pp. 45-52. DOI:10.2478/v10207-011-0005-0
- KOVÁČ, L. – MATI, R. – KOTOROVÁ, D. – HNÁT, A.: Využitie trvalých trávnych porastov v suchom poldri Beša. In: Ekológia trávneho porastu VII : Zborník príspevkov z medzinárodnej vedeckej konferencie. Banská Bystrica : SCPV – VÚTPHP, 2007, s. 310-313. ISBN 978-80-88872-69-6.
- KOVÁČ, L. – KOTOROVÁ, D.: Landscape area of dry polder Beša and its using. In: ECOMIT. Piešťany : SCPV – VÚRV Piešťany, 2008, s.132-136. ISBN 978-80-969603-1-6
- KUTÍLEK, M.: Vodohospodárska pedologie. 2. prepracované vyd. Praha : SNTL/ALFA, 1978. 296 s.
- MAKOVNÍKOVÁ, J. – ŠIRÁŇ, M.: Modelovanie rovnovážnej objemovej hmotnosti pôdy. 1. vyd. Bratislava : Výskumný ústav pôdoznanectva a ochrany pôdy, 2011. 36 s. ISBN 978-80-89128-85-3
- NĚMEČEK, J. a kol.: Taxonomický klasifikační systém půd České republiky. 2. upravené vyd. Praha : Česká zemědělská univerzita, 2011. 94 s. ISBN 978-80-213-2155-7
- ŠÚTOR, J. – MATI, R. – IVANČO, J. – GOMBOŠ, M. – KUPČO, M. – ŠTASTNÝ, P.: Hydrológia Východoslovenskej nížiny. Michalovce : Media Group, 1995. 467 s. ISBN 80-88835-00-3
- ŠÚTOR, J. – GOMBOŠ, M. – MATI, R. – IVANČO, J.: Charakteristiky zóny aerácie ťažkých pôd Východoslovenskej nížiny. 1. vyd. Bratislava : ÚH SAV, Michalovce : OVÚA, 2002. 216 s. ISBN 80-968480-08-9
- VILČEK, J.: Pedogeografické špecifiká pôd Východoslovenskej nížiny. In: Realizáciou poznatkov vedy a výskumu k trvalo udržateľnému poľnohospodárstvu, Michalovce : VÚRV – ÚA, 2005, s. 93-97. ISBN 80-88790-40-9
- VOLOŠ, V.: Polder Beša ako súčasť protipovodňovej ochrany Východoslovenskej nížiny. In: Mimoprodukčné funkcie pôdy a krajiny na územiach ovplyvňovaných antropogénnou činnosťou. Vedecká konferencia s medzinárodnou účasťou. Michalovce : CVRV – VÚA Michalovce, 2009, s. 243-250. ISBN 978-80-89417-09-4
- ZAUJEC, A. – CHLPÍK, J. – NÁDAŠSKÝ, J. – SZOMBATHOVÁ, N. – TOBIAŠOVÁ, E.: Pedológia a základy geológie. 1. vyd. Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, 2009. 400 s. ISBN 978-80-552-0207-5

Kontaktná adresa:

RNDr. Dana Kotorová, PhD., Ladislav Kováč, PhD., Ing. Jana Jakubová, Centrum výskumu rastlinnej výroby – Výskumný ústav agroekológie Michalovce, Špitálska 1273, 071 01 Michalovce
 Email: kotorova@minet.sk, kovac@minet.sk, jakubova@minet.sk
 Mgr. Petra Semancová, Prešovská univerzita v Prešove – Fakulta humanitných a prírodných vied, Ul. 17. novembra 1, 081 16 Prešov
 Email: petrasemanco@gmail.com

VPLYV PREPARÁTOV NA BÁZE BIOLOGICKY AKTÍVNYCH LÁTOK NA KVANTITATÍVNE A KVALITATÍVNE PARAMETRE REPY CUKROVEJ

Influence of preparations based on biologically active matters on quantity and quality parameters of sugar beet.

VLADIMÍR PAČUTA – IVANA KAŠIČKOVÁ – MIROSLAV BUDAY

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

Field polyfactorial experiment was established at the experimental locality in Dolná Malanta. It was conducted in the years 2011 – 2012. The purpose of this experiments was to investigate the effect of foliar preparations containing bioactive substances (Biafit Gold and Ligno Super NPK) on the sugar beet yield and quality. In the field experiment was monitored four single germ sugar beet varieties: Antek, Jambus, Tilman and Fred. Experiment was established in three repetition by method of Split Plots. Sugar beet was treated with foliar preparations two times per year (sprayed on leaf). The weather condition high significantly influenced root yield and digestion. Variety significantly influenced only digestion. Foliar preparations Biafit Gold and Ligno Super NPK (in average of years) statistically significantly increased the root yield comparing to control variant. The highest values of root yield were found after treatment of Biafit Gold in Jambus variety. The highest sugar content was reached by variety Tilman in untreated variant. In average we found out slightly negative influence of leaf preparations on sugar content in roots.

Key words: sugar beet, root yield, digestion, foliar preparations

ÚVOD

Výživa a hnojenie sa na úrode poľných plodín podieľa na 30 % (Schmidt et al. 1980). Ako základný intenzifikačný faktor, zasahuje do všetkých fyziologických a biochemických procesov, ktoré formujú tvorbu úrody. Preto si vyžaduje sústredenie a odborné riadenie, pri ktorom treba vychádzať z poznatkov o vlastnostiach pôdy, o dynamike a spotrebe živín, o fyziologických požiadavkách plodiny i o vplyve a dopade poveternostných podmienok na tieto procesy. Predpokladom dosiahnutia vysokej a dobrej kvality buliev repy cukrovej je vyvážená a súčasnej úrovni poznatkov zodpovedajúca ponuka živín. Ak je ponuka nízka, vznikajú straty, prípadne sa znižuje kvalita repy. Ak je vysoká, dochádza najmä k zníženiu jej kvality. V súvislosti s biologizáciou rastlinnej výroby sa sústreďuje pozornosť na výskum v oblasti využívania prípravkov na báze biologicky aktívnych látok, ktoré pôsobia biostimulačne na rastliny, pôdne organizmy a tým zabezpečujú optimálne podmienky ich výživy (Pačuta, 2000).

MATERIÁL A METÓDY

Poľný pokus bol založený na experimentálnej báze SPU v Nitre - Dolná Malanta v rokoch 2011 a 2012. Lokalita patrí do kukuričnej výrobnjej oblasti, do teplého a mierne suchého klimatického regiónu s kontinentálnym typom podnebia a stredne ťažkou hlinitou pôdou. Cieľom pokusu bolo sledovať vplyv biopreparátov (Biafit Gold a Ligno Super NPK) a štyroch odrôd repy cukrovej (Antek, Jambus, Tilman a Fred) na jej základné kvantitatívne a kvalitatívne parametre (úroda buliev a digescia).

Príprava pôdy a spôsob založenia porastu boli urobené v súlade so zásadami technológie pestovania repy cukrovej s výsevom na konečnú vzdialenosť. Predplodinou bola pšenica letná forma ozimná. Základné hnojenie bolo vykonané bilančnou metódou na predpokladanú úrodu 50 t.ha⁻¹ na základe agrochemického rozboru pôdy. Biopreparáty Biafit Gold a Ligno Super NPK boli aplikované dvakrát v priebehu vegetácie (tab. 1, 2).

Tabuľka 1: Aplikácia prípravku Biafit Gold

Dávky	Rastová fáza repy
10 l.ha ⁻¹	19 BBCH - rozvinutých 9 a viac listov (aplikácia pri rozvinutých 11 listoch)
10 l.ha ⁻¹	33 BBCH – uzatváranie porastu (30% rastlín sa dotýka)

Tabuľka 2: Aplikácia prípravku Ligno Super NPK

Dávky	Rastová fáza repy
5,0 l.ha ⁻¹	19 BBCH – rozvinutých 9 a viac listov (aplikácia pri rozvinutých 11 listoch)
5,0 l.ha ⁻¹	33 BBCH – uzatváranie porastu (30 % rastlín sa dotýka)

VÝSLEDKY A DISKUSIA

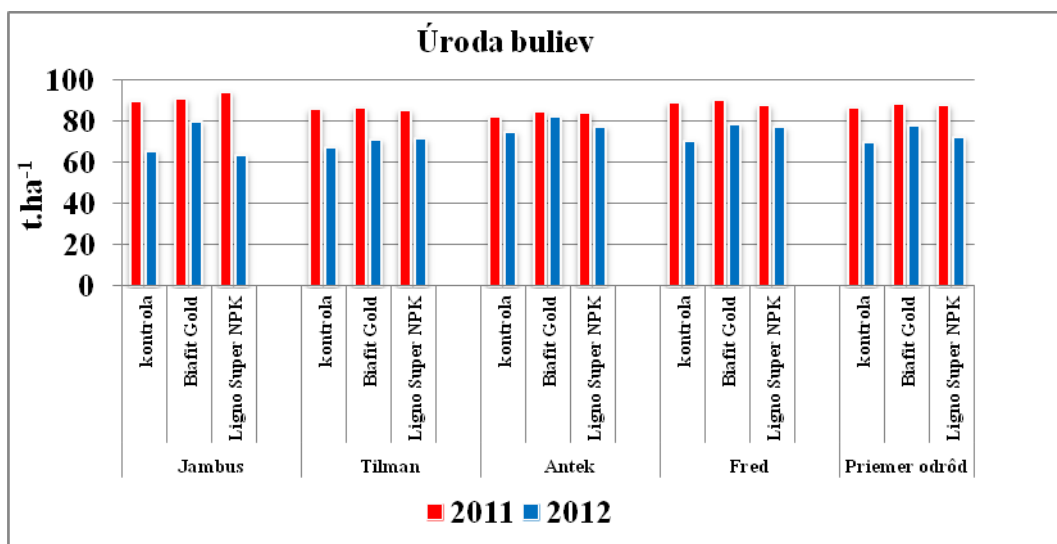
Z výsledkov pokusu sme zistili vysoko preukazný vplyv ročníka na úrodu buliev a digesciu. Vplyv biopreparátu bol preukazný len pri úrode buliev, pričom digesciu neovplyvnil. Naopak, digesciu vysoko preukazne ovplyvnila odroda (tab. 3).

Tabuľka 3: Analýza rozptylu (ANOVA) na hladine významnosti $\alpha=0,05$ (úroda buliev a digescia v rokoch 2011 a 2012)

Zdroj variability	Sledovaný parameter		Zdroj variability (interakcie)	Sledovaný parameter	
	ÚB	Dg		ÚB	Dg
Ročník	0,0000**	0,0000**	Ročník*Odroda	0,0085**	0,6340
Odroda	0,3172	0,0000**	Ročník*Biopreparát	0,2018	0,0120*
Biopreparát	0,0500*	0,2065	Odroda*Biopreparát	0,9477	0,0011**

* - štatisticky preukazný vplyv, ** - štatisticky vysoko preukazný vplyv

Najvyššie priemerné hodnoty úrody buliev sme dosiahli pri aplikácií Biafitu Gold ($83,33 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) čo predstavovalo nárast o $5 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ v porovnaní s kontrolou, pričom rozdiel bol štatisticky preukazný. Dosiagnuté výsledky potvrdzuje aj Jarosz et al. (2008), ktorý tvrdí, že aplikáciou prípravkov na báze biologicky aktívnych látok na repu cukrovú dosiahneme zvýšenie úrody buliev v porovnaní s kontrolným variantom. Pri hodnotení odrôd sa ako najlepšia prejavila odroda Fred s priemernou úrodou $82,47 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, čo bolo o $4,23 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ viac ako pri odrode Tilman ($78,24 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$), ktorá dosiahla najnižšiu úrodu buliev. Pri hodnotení interakcie preparát x odroda sme najvyššiu úrodu buliev zistili pri odrode Jambus po aplikácií prípravku Biafit Gold ($85,65 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$). Naopak, najnižšiu úrodu buliev sme zaznamenali pri odrode Tilman v kontrolnom variante ($76,92 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) (tab. 4). Podľa Šimurkovej (2000) pozitívny vplyv foliárnych preparátov na báze biologicky aktívnych látok je zrejmy nielen na kvantitatívnych parametroch repy cukrovej, ale aj na ekonomike jej pestovania. Pri hodnotení ročníka sme zistili jeho vysoko preukazný vplyv na úrodu buliev, ktorá bola v roku 2011 vyššia ako v roku 2012 (graf 1). Nami dosiahnuté výsledky potvrdzuje aj Černý et al. (2006), ktorý konštatuje vysoko preukaznú závislosť formovania kvantitatívnych aj kvalitatívnych parametrov repy cukrovej od poveternostných podmienok pestovateľského ročníka.



Graf 1: Úroda buliev ($\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$) v závislosti od odrody, ročníka a biopreparátu

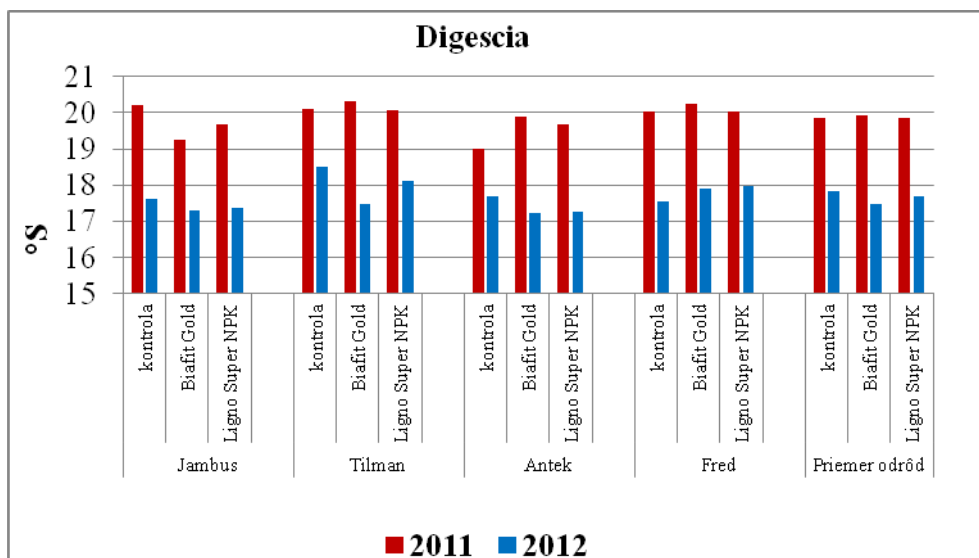
Tabuľka 4: Úroda buliev v rokoch 2011 a 2012 (t.ha⁻¹)

Rok 2011 a 2012					
Odroda	Rok	Varianty ošetrenia			\bar{X}
		Kontrola	Biafit Gold	Ligno Super NPK	
Jambus	2011	89,87	91,36	94,26	91,83
	2012	65,74	80,00	64,01	69,92
	\bar{X}	77,81	85,68	79,14	80,88
Tilman	2011	86,24	86,73	85,68	86,22
	2012	67,59	71,42	71,73	70,25
	\bar{X}	76,92	79,08	78,71	78,24
Antek	2011	82,35	84,75	84,51	83,87
	2012	75,12	82,41	77,78	78,44
	\bar{X}	78,74	83,58	81,15	81,16
Fred	2011	89,22	90,93	87,89	89,35
	2012	70,43	79,01	77,35	75,60
	\bar{X}	79,83	84,97	82,62	82,47
\bar{X}		78,33	83,33	80,41	80,69

Pri digescii sme čiastočne potvrdili pravidlo, že listové preparáty majú síce pozitívny vplyv na úrodu buliev ale negatívny vplyv na digesciu. Pri odrodách Jambus a Tilman sme zistili nižšie hodnoty digescie v porovnaní s kontrolou. Naopak, pri odrodách Antek a Fred sme zaznamenali jej vyššie hodnoty v porovnaní s kontrolou, pričom ako lepší sa prejavil preparát Biafit Gold, avšak tento nárast bol nepatrný. Pri hodnotení odrôd sme zistili štatisticky vysoko preukazný vplyv na tento kvalitatívny parameter. Odroda Tilman dosiahla najvyššie hodnoty digescie (19,10 °S), pričom súčasne vykazovala najnižšie hodnoty úrody buliev. Z hľadiska cukornatosti sa práve interakcia odrody Tilman s kontrolným variantom prejavila ako najoptimálnejšia, cukornatosť 19,31 °S bola o 1,02 °S vyššia ako pri interakcii Jambus – Biafit Gold (18,29 °S) (tab. 5). Rozdiely medzi rokmi boli štatisticky vysoko preukazné, čo sa prejavilo výrazným poklesom digescie v roku 2012 (graf 2). Na základe našich výsledkov môžeme konštatovať, že ročník sa prejavil ako najsilnejší faktor tvorby digescie a úrody buliev. Taktiež výsledky iných autorov (Černý et al., 20012, Šoltýsová, 2003, Fecková, 2005) ukazujú, že poveternostné podmienky majú na úrodu a kvalitu významnejší vplyv ako listové hnojivá a odroda.

Tabuľka 5: Digescia v rokoch 2011 a 2012 (°S)

Rok 2011 a 2012					
Odroda	Rok	Varianty ošetrenia			\bar{X}
		Kontrola	Biafit Gold	Ligno Super NPK	
Jambus	2011	20,21	19,26	19,68	19,71
	2012	17,62	17,32	17,36	17,43
	\bar{X}	18,92	18,29	18,52	18,58
Tilman	2011	20,11	20,33	20,06	20,17
	2012	18,50	17,48	18,12	18,03
	\bar{X}	19,31	18,91	19,09	19,10
Antek	2011	19,00	19,89	19,68	19,52
	2012	17,70	17,22	17,26	17,39
	\bar{X}	18,35	18,55	18,47	18,45
Fred	2011	20,02	20,25	20,04	20,10
	2012	17,56	17,90	17,98	17,81
	\bar{X}	18,79	19,08	19,01	18,96
\bar{X}		18,84	18,71	18,77	18,77



Graf 2: Digescia (°S) v závislosti od odrody, ročníka a biopreparátu

ZÁVERY

- Z výsledkov pokusu sme zistili vysoko preukazný vplyv ročníka na digesciu a úrodu buliev, pričom vplyv biopreparátu bol preukazný pri úrode buliev a digesciu vysoko preukazne ovplyvnila odroda.

- Najvyššie priemerné hodnoty úrody buliev sme zistili pri aplikácii Biafitu Gold pri odrode Jambus a najvyššiu digesciu sme dosiahli pri odrode Tilman v kontrolnom variante.

- Pri hodnotení digescie sme zistili negatívny vplyv listových preparátov, ktoré vo všeobecnosti digesciu v priemere odrôd mierne znižovali.

Pod'akovanie: Príspevok bol podporený z projektu VEGA 1/0237/11 Produkcia a kvalita významných druhov poľných plodín pri uplatnení prvkov racionalizačných technológií v podmienkach klimatickej zmeny.

LITERATÚRA

- ČERNÝ, I. – PAČUTA, V. – PORUBSKÁ, M. 2006. Sugar beet yield and quality formation as dependent on year, variety and Atonik and Polybor 150 foliar applications. In *Acta fytotechnica et zootechnica*, vol. 9, 2006, no. 2, p. 45-48 ISSN 1335-258X..
- ČERNÝ, I. – PAČUTA, V. – VILLÁR, G. 2001. Intenzívne pestovanie cukrovej repy vplyvom aplikácie Atoniku a Samppi No 3. In: *IV. Celoslovenská vedecká repárska konferencia (Zborník)*. Nitra, SPU, s. 123-126.
- FECKOVÁ, 2005. Produkcia a kvalita cukrovej repy v závislosti na vybraných antropogénnych faktoroch. Doktorandská dizertačná práca. Nitra, 2005.
- JAROSZ, A. – SLOWIŃSKI, A. – KOSITORNA, J. – SMOLIŃSKI, M. 2008. Including Asahi SL biostimulant into the technology of sugar beet growing. In *Biostimulators in modern agriculture*. Warsaw : WIEŚ JUTRA Sp. z.o.o., 2008, p. 122 ISBN 83-89503-50-6.
- PAČUTA, V. - PEŤKOVÁ, J. 2000. The influence of liquid leaf fertilizers on the quantity and quality of sugar beet root. In *Proceedings of the 63^d IIRB Congress, IIRB, Intertaken (CH)₁*, 2000, p. 431 – 434. ISSN 0367 – 096X.
- SCHMIDT, T. et al. 1980. Vliv podmínek na dynamiku růstu a chemické složení cukrovky. In: *Listy cukrovarnické a řepářské*, roč. 96, 1980, č. 6, s. 121, ISSN 1210-3306.
- ŠIMURKOVÁ, J. - Villár, G.: Atonik, možná cesta k zlepšení produkcie repy cukrovej. In: *Řepářství Praha*, 2000.
- ŠOLTÝSOVÁ, B. 2003. Účinok hnojenia na zmeny kvantitatívnych a kvalitatívnych parametrov repy cukrovej. In: *V. Celoslovenská vedecká repárska konferenci*. Nitra: VES SPU, 2003, s. 162-166. ISBN 80-8069-280-7.

Kontaktná adresa: prof. Ing. Vladimír Pačuta, CSc, Katedra rastlinnej výroby, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Nitra, e-mail: Vladimír.Pacuta@uniag.sk; Ing. Ivana Kašičková, Katedra rastlinnej výroby, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Nitra, e-mail: kasickova.ivana@gmail.com

VYUŽITIE VEGETAČNÝCH INDEXOV V PESTOVANÍ SLNEČNICE ROČNEJ (*HELIANTHUS ANNUUS L.*)

Use of vegetation indices in sunflower (*Helianthus annuus L.*) cultivation

MAREK KOVÁR – IVAN ČERNÝ – MARTIN MÁTYÁS

Katedra fyziológie rastlín, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

In field experiments the infrared thermography (ΔT) and normalized difference vegetation index (NDVI) and photochemical reflectance index (PRI) has been used to characterization production performance of sunflower hybrids. The significant correlations between used parameters and yield have been observed. The results obtained in three consecutive growing years demonstrate that both the parameter IR thermography (ΔT) as well as parameters of leaf reflectance (NDVI and PRI) are a good indicator of the productivity of sunflower hybrids. Reflectance parameter PRI showed tightest correlation to yield of achenes ($r=0.66$). The results presented suggest that parameters can be used as indicators of physiological activity sunflowers hybrids and in early prediction of yield.

Key words: infrared thermography, NDVI, PRI, yield, sunflower

ÚVOD

Slnečnica je jednou z najviac pestovaných olejnin na svete. V roku 2012 bola svetová produkcia nažiek slnečnice asi 37,1 milióna ton (FAO, 2012). Aj v podmienkach Slovenska bol v posledných rokoch zaznamenaný nárast a následná stabilizácia produkcie nažiek slnečnice na úrovni okolo 200,0 tis. ton, čo je dané na jednej strane relatívnou nenáročnosťou pestovateľskej technológie, tiež vysokou výťažnosťou oleja a na druhej strane zaujímavou cenou za produkt. Schopnosť slnečnice tolerovať krátke obdobia vodného stresu (HATTENDORF *et al.*, 1988) ju predurčuje k tomu, aby sa stala významnou plodinou v miestach s nedostatkom závlahovej vody.

Je dobre dokumentované (BRANDT *et al.*, 2003; ČERNÝ *et al.*, 2011), že úroda nažiek slnečnice ročnej, ako aj kvalita ich oleja, je silne ovplyvnená faktormi vonkajšieho prostredia, najmä teplotou a dostupnosťou pôdnej vody. Pre dané pôdno-klimatické podmienky pestovania zohráva dôležitú úlohu výber vhodného hybridu (FERRERAS *et al.*, 2000). Tiež je známe (CHOLLET, 2003), že pre vysoko produktívne hybridy so stabilne vysokým obsahom kyseliny olejovej je nevyhnutné optimalizovať pestovateľskú technológiu, najmä s dôrazom na optimalizáciu architektúry porastu, termín sejby a tiež zberu, minerálnu výživu, prípadne doplnkovú závlahu.

Dosiahnutie maximálnej úrody plodín s minimálnymi nákladmi je jedným z najdôležitejších cieľov rastlinnej výroby. Nedeštrukčná analýza fyziologického stavu a kondície porastu umožňuje operatívne optimalizovať pestovateľské zásahy. Medzi najčastejšie využívané techniky patrí analýza teploty listu rastlín porastu prostredníctvom infračervenej (IR) termografie (JONES *et al.*, 2009). Teplota listu je závislá od rýchlosti transpirácie rastliny, čo umožňuje predikovať vodný režim rastliny a prieduchovú vodivosť (g_s). IR termografia je tak využívaná pri mnohých plodinách ako nástroj pre hodnotenie aktivity prieduchového aparátu, tiež pri detekcii vodného stresu rastliny, efektívnosti využitia vody, riadenia závlah a pod. (COHEN *et al.*, 2005; JONES, 2004; JONES *et al.*, 2009). Podobne, významnú informáciu o fyziologickom stave a aktivite asimilačného aparátu poskytuje meranie spektrálnych vegetačných indexov (PEÑUELAS, 1998). V agronomickej praxi sa medzi najčastejšie využívané reflektančné indexy zaraďujú parametre NDVI (*normalized difference vegetation index*) a PRI (*photochemical reflectance index*). Mnohé práce (PEÑUELAS *et al.*, 1997; GAMON a QIU, 1997; GAMON a SURFUS, 1999; SUARÉZ *et al.*, 2008) ukazujú dobré korelácie týchto parametrov s koncentráciou asimilačných pigmentov, tiež s obsahom vody v rastline, efektívnosťou využitia žiarenia, dusíkatou výživou, stupňom stresu rastlín, ďalej s veľkosťou listovej plochy atď.

Cieľom práce bolo zhodnotiť fyziologickú aktivitu vybraných dvojlíniových hybridov slnečnice ročnej v troch po sebe nasledujúcich pestovateľských ročníkoch prostredníctvom nedeštrukčných parametrov IR termografie a reflektancie listu a následne kvantifikovať ich vzťah k produkčnej výkonnosti.

MATERIÁL A METÓDA

Poľné experimenty (založené blokovou metódou; veľkosť parcelky 54 m²) s dvojlíniovými hybridmi slnečnice ročnej (*Helianthus annuus L.*) NK Kondi, NK Dolbi, NK Tristan, NK Brio, NK Neoma a NK Ferti (všetky Syngenta) sa realizovali vo vegetačnom období rokov 2010 až 2012 na Experimentálnej báze Strediska biológie a ekológie rastlín FAPZ SPU v Nitre, Dolná Malanta (zemepisná šírka 48°19'00"; zemepisná dĺžka 18°09'00"; nadmorská výška 175 m n.m.). Pri pestovaní hybridov slnečnice ročnej bola použitá konvenčná agrotechnika. Základné hnojenie pôdy bolo uskutočnené bilančnou metódou na plánovanú úrodu nažiek 3,0 t.ha⁻¹. Výsev sa v jednotlivých pestovateľských ročníkoch realizoval vždy v prvej dekáde apríla v sponne 0,70 x 0,22 m. Charakterizovanie poveternostných podmienok vegetačnej periódy slnečnice ročnej v jednotlivých

pestovateľských ročníkoch sa uskutočnilo analýzou základných meteorologických prvkov (priemerná denná teplota v °C a denný úhrn zrážok v mm) (obr. 1).

Jednotlivé vegetačné indexy boli hodnotené počas vegetačnej periódy v rokoch 2010 a 2011 v rastových fázach (BBCH) 14, 16, 53, 65 a 75 a v roku 2012 vo fázach (BBCH) 12, 30, 53, 63, 73, 87 a 92.

Teplota listov rastlín bola meraná za jasných slnečných a bezveterných dní metódou podľa JONES *et al.* (2009) infračervenou termokamerou EasIR-4 (Bibus AG, Fehrltorf, Švajčiarsko) (obraz v spektrálnom rozsahu 8 – 14 μm, citlivosť ≤ 0.1 °C a presnosť ±2 °C, rozlíšenie 160 x 120 pixelov). Meranie sa uskutočnilo vždy v čase medzi 11:00 až 13:00 h. Termosnímkami sa snímali diagonálne na spon rastlín slnečnice ročne z vzdialenosti cca 2,0 m a z výšky cca 1,5 m. Z nameraných teplôt listu a atmosféry sa kalkulovala teplotná diferenciacia (ΔT v °C) podľa rovnice:

$$\Delta T = T_{LEAF} - T_{AIR}$$

kde T_{LEAF} je teplota listu a T_{AIR} je atmosférická teplota.

V tých istých dňoch, v ktorých sa uskutočnilo meranie teploty listu, boli v čase medzi 11:00 až 13:00 nedeštrukčným spôsobom na listoch rastlín slnečnice ročne merané reflektančné indexy *NDVI* (normalized difference vegetation index) a *PRI* (photochemical reflectance index). Index *NDVI* sa kvantifikoval prenosným prístrojom PlantPen 300-U (Photon Systems Instruments, Brno, Česká republika). *NDVI* bol automaticky kalkulovaný podľa rovnice:

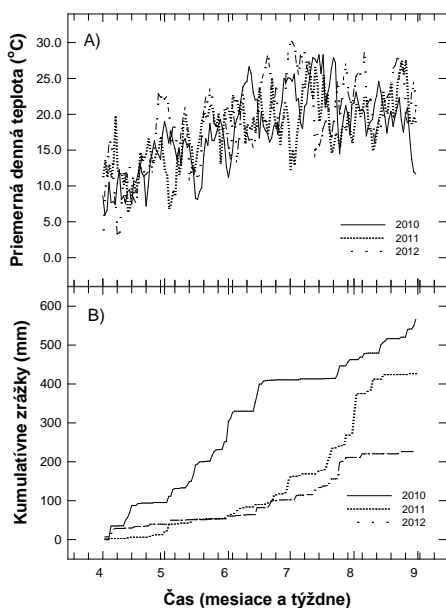
$$NDVI = \frac{(R_{740} - R_{660})}{(R_{740} + R_{660})}$$

kde R_{740} a R_{660} predstavujú intenzitu odrazeného žiarenia z listu pri vlnových dĺžkach 740 a 660 nm. Index *PRI* sa kvantifikoval prenosným prístrojom PlantPen 200-U (Photon Systems Instruments, Brno, Česká republika). *PRI* bol automaticky kalkulovaný podľa rovnice:

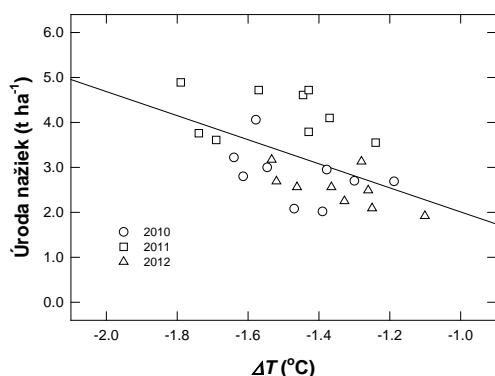
$$PRI = \frac{(R_{531} - R_{570})}{(R_{531} + R_{570})}$$

kde R_{531} a R_{570} predstavujú intenzitu odrazeného žiarenia z listu pri vlnových dĺžkach 531 a 570 nm.

Získané experimentálne údaje boli graficky vyhodnotené ako priemer meraní pre každý experimentálny variant s príslušnou smerodajnou odchýlkou. Na testovanie vzťahov medzi jednotlivými indexmi a úrodou nažiek sme použili Pearsonov korelačný koeficient. Štatistickú analýzu sme uskutočnili testovaním experimentálnych dát v štatistickom programe Statistica verzia 7 (StatSoft, Inc., Tulsa, Oklahoma, USA).



Obr. 1 Priemerná denná teplota (A) a kumulatívne denné zrážky (B) počas vegetačnej periódy v experimentálnych rokoch 2010, 2011 a 2012.

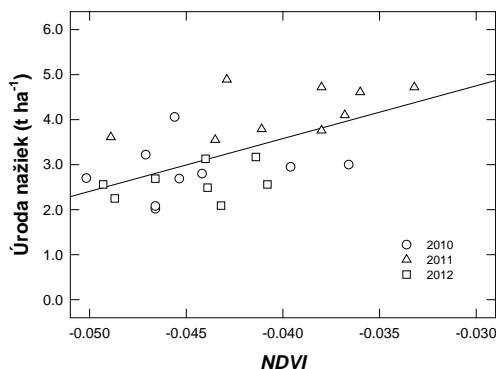


Obr. 2 Vzťah medzi úrodou nažiek ($t\ ha^{-1}$) rôznych hybridov slnečnice ročne a teplotnou diferenciou (ΔT ; °C). Dáta boli merané v experimentálnych rokoch 2010 až 2013. ΔT predstavuje priemer z celej vegetačnej periódy. Rovnica vzťahu je: $y = -2,6777x - 0,6685$; $r = 0,5156$; $r^2 = 0,266$.

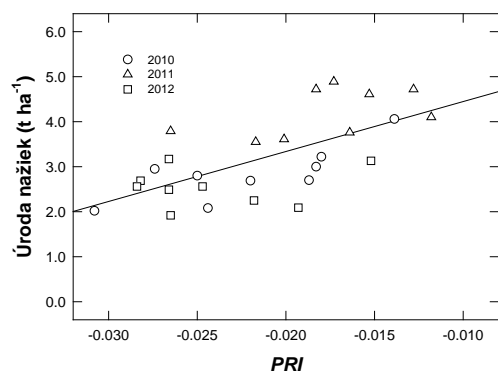
VÝSLEDKY A DISKUSIA

Úroda poľnohospodárskych plodín, a teda aj slnečnice ročne, je v princípe závislá od agroklimatických podmienok prostredia. Medzi ďalšie významné činitele, limitujúce produkciu patria agronomické zásahy (termín výsevu, ochrana proti chorobám a škodcom, závlaha, hnojenie) a výber genotypu (AGELE, 2003; ČERNÝ *et al.*, 2011; ČERNÝ *et al.*, 2013). V našich experimentoch založených blokovoou metódou s tromi dvojliniovými hybridmi (v rokoch 2010 a 2011 s NK Kondi, NK Doblí a NK Tristan a v roku 2012 s hybridmi NK Brio, NK Neoma a NK Ferti) sa jednotlivé experimentálne roky výrazne líšili priebehom hlavných meteorologických prvkov, najmä množstva zrážok (obr. 1). Suma teplôt za vegetačné obdobie dosiahla v rokoch 2010, 2011 a 2012 hodnôt 2710,2; 2727,1 a 2941,2 °C a zrážkový úhrn v rovnakom období bol 565,9; 426,6 a 226,8 mm.

Obr. 2 ukazuje regresný vzťah medzi úrodou nažiek a parametrom teplotnej diferencie (ΔT) rôznych hybridov slnečnice ročne. Parameter ΔT bol kvantifikovaný z *IR* termografie a vyjadruje rozdiel medzi teplotou listu a teplotou



Obr. 3 Vzťah medzi úrodou nažiek ($t\ ha^{-1}$) rôznych hybridov slnečnice ročnej a vegetačným indexom *NDVI*. Dáta boli merané v experimentálnych rokoch 2010 až 2013. *NDVI* predstavuje priemer z celej vegetačnej periódy. Rovnica vzťahu je: $y=117,28x+8,2714$; $r=0,6303$; $r^2=0,3977$.



Obr. 4 Vzťah medzi úrodou nažiek ($t\ ha^{-1}$) rôznych hybridov slnečnice ročnej a vegetačným indexom *PRI*. Dáta boli merané v experimentálnych rokoch 2010 až 2013. *PRI* predstavuje priemer z celej vegetačnej periódy. Rovnica vzťahu je: $y=111x+5,5578$; $r=0,6644$; $r^2=0,4414$.

BARRAGÁN *et al.* (2010), alebo pri kukurici GOPALAPILLAI a TIAN (1999).

Obr. 4 ukazuje vzťah medzi úrodou nažiek slnečnice a fotochemickým reflektančným indexom *PRI*. Parameter *PRI* odráža de-epoxidačný stav pigmentov xantofylového cyklu, ktorý ochraňuje fotosyntetický aparát pred fotopoškodením (GAMON *et al.*, 1997). Priemerná úroveň parametra *PRI* sa počas vegetačného obdobia pohybovala v rozmedzí od -0,031 do 0,011. Pokles parametra reflektuje zníženie fotochemickej aktivity a fotosyntézy rastlín (SUARÉZ *et al.*, 2008). V našich experimentoch sme zistili pozitívnu lineárnu koreláciu medzi parametrom *PRI* a úrodou nažiek rôznych hybridov slnečnice (obr. 4) s vysokým korelačným koeficientom ($r = 0,66$; $r^2 = 0,44$).

ZÁVERY

Výsledky získané v troch po sebe nasledujúcich vegetačných rokoch demonštrujú, že parameter IR-termografie (ΔT), ako aj parametre reflektancie listu (*NDVI* a *PRI*) sú dobrým indikátorom produktivity hybridov slnečnice ročnej. Najtesnejší korelačný vzťah k produktivite sme identifikovali pri parametri *PRI* ($r = 0,66$).

atmosféry. Záporná hodnota ΔT poukazuje na skutočnosť, že povrch listu je oproti okolitej atmosfére chladnejší, tj. list je ochladzovaný transpiráciou. Už dávnejšie sa potvrdil vzťah medzi ΔT a prieduchovou vodivosťou (g_s) a/alebo rýchlosťou transpirácie (JONES, 2004). Meranie teploty listu / porastu s IR termografiou predstavuje nenáročnú, expeditívnu a neinváznu metódu hodnotenia stresu mnohých plodín (COHEN *et al.*, 2005; JONES *et al.*, 2009). V našich experimentoch sme identifikovali nepriamu lineárnu závislosť s význačnou tesnosťou vzťahu ($r = 0,52$; $r^2 = 0,27$). Vyššia úroda nažiek slnečnice bola korelovaná s vyššou ΔT . Z fyziologického hľadiska to poukazuje na skutočnosť, že hybridy dosahovali vyššiu úrodu nažiek za daných poveternostných podmienok experimentálnych rokov pri vyššej prieduchovej vodivosti. Zatváranie prieduchov, ktoré je spojené s vyššou citlivosťou hybridu k vodnému stresu, limitovalo fotosyntetickú aktivitu a následne úrodu nažiek (obr. 2). Podobné vzťahy medzi parametrami produkčnej výkonnosti a teplotou listu (porastu) prezentovali vo svojich štúdiách s hybridmi slnečnice napr. ORTA *et al.* (2002) a ERDEM *et al.* (2006).

Medzi ďalšie vegetačné indexy, ktoré sa uplatňujú v kontrole, v manažmente a programovaní úrod porastov patria parametre, ktoré odrážajú aktivitu fotosyntetického aparátu. Parameter *NDVI* (normalized difference vegetation index) a *PRI* (photochemical reflectance index). Vegetačný index *NDVI* sa často používa k odhadu úrody plodín (PANDA *et al.*, 2010). RAUN *et al.* (1999) zistili, že parameter *NDVI* môže byť použitý v predikcii úrody zrna obilnín. Z našich trojročných experimentov vyplýva vysoký stupeň tesnosti pozitívnej lineárnej závislosti medzi úrodou nažiek a parametrom *NDVI* rôznych hybridov slnečnice. ($r = 0,6$; $r^2 = 0,40$) (obr. 3). Úroveň vegetačného indexu *NDVI*, vyjadreného ako priemerná hodnota meraní počas rôznych rastových etáp, sa pohybovala v intervale od -0,0517 do -0,0332. Vyššie priemerné úrovne *NDVI* sú korelované s vyššou úrodou nažiek slnečnice. Pretože parameter *NDVI* dobre odráža obsah chlorofylu v liste (HU *et al.*, 2010), dosiahnutie vyššej úrovne *NDVI* počas dozrievania môže cez udržanie fotosyntézy prispieť k vyššej úrode. Podobné korelačné koeficienty, ako sme zaznamenali v našich experimentoch pozorovali pri slnečnici PEÑA-

Pod'akovanie: Práca bola finančne podporená Vedeckou grantovou agentúrou MŠVVaŠ SR a SAV (číslo projektu 1/0093/13).

LITERATÚRA

- AGELE, S. O.: Response of sunflower to weather variations in a tropical rainforest zone. In: Afr. Crop Sci. Confer., č. 6, 2003, s. 1 – 8.
- BRANDT, S. A. – NIELSEN, D. C. – LAFOND, G. P. – RIVELAND, N. R.: Oilseed crops for semiarid cropping systems in the Northern Great Plains. In: Agron. J., 2003, č. 94, s. 231 - 240.
- COHEN, Y. – ALCHANTIS, V. – MERON, M. – SARANGA, Y. – TSIPRIS, J.: Estimation of water potential by thermal imagery and spatial analysis. In: J. Exp. Bot., 2005, č. 56, s. 1843 - 1852.
- ČERNÝ, I. – VEVERKOVÁ, A. – KOVÁR, M. – PAČUTA, V. – MOLNÁROVÁ, J.: Influence of temperature and moisture conditions of locality on the yield formation of sunflower (*Helianthus annuus* L.). In: Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis, 2011, č. 59, s. 99 - 104.
- ČERNÝ, I. – VEVERKOVÁ, A. – KOVÁR, M. – MÁTYÁS, M.: The variability of sunflower (*Helianthus annuus* L.) yield and quality influenced by the weather conditions. In: Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis, 2013, č. 65, s. 595 - 600.
- ERDEM, T. – ERDEM, Y. – ORTA, A. H. – OKURSOY, H.: Use of crop water stress index for scheduling the irrigation of sunflower (*Helianthus annuus* L.). In: Turk. J. Agric. For., 2006, č. 30, s. 11 – 20.
- FAO: <http://faostat3.fao.org>, 2012.
- FERRERAS, L. A. – COSTA, J. L. – GARCÍA, F. O. – PECORARI, C.: Effect of no-tillage on some soil physical properties of a structural degraded Petrocalcic Paleudoll of the southern Pampa of Argentina. In: Soil Till Res., 2000, č. 54, s. 31 - 39
- GAMON, J. A. – SERRANO, L. – SURFUS, J. S.: The photochemical reflectance index: an optical indicator of photosynthetic radiation use across species, functional types and nutrient levels. In: Oecologia, 1997, č. 112, s. 492 - 501.
- GAMON, J. A. – SURFUS, J. S.: Assessing leaf pigment content and activity with a reflectometer. In: New Phytol., 1999, č. 143, s. 105 - 117.
- HATTENDORF, M. J. – REDELFS, M. S. – AMOS, B. – STONE, L. R. – GWIN, R. E.: Comparative water use characteristics of six row crops. In: Agron. J., 1988, č. 80, s. 80 – 85.
- HU, H. – BAI, Y. L. – YANG, L. P. – LU, Y. L. – WANG, L. – WANG, H. – WANG, Z. Y.: Diagnosis of nitrogen nutrition in winter wheat (*Triticum aestivum*) via SPAD-502 and GreenSeeker. In: Chin. J. Eco-Agric., 2010, č. 18, s. 748 – 752.
- CHOLLET, D.: Comment obtenir un tournesol a teneur en acide oleique elevee at stable. In: Oleascope, 2003, č. 70, s. 17 – 19.
- JONES, H. G. – SERRAJ, R. – LOVEYS, B. R. – XIONG, L. – WHEATON, A. – PRICE, A.: Thermal infrared imaging of crop canopies for the remote diagnosis and quantification of plant responses to water stress in field. In: Funct. Plant Biol., 2009, č. 36, s. 978 - 989.
- JONES, H. G.: Application of thermal imaging and infrared sensing in plant physiology and ecophysiology. In: Adv. Bot. Res., 2004, č. 41, s. 107 - 163.
- ORTA, A. H. – ERDEM, T. – ERDEM, Y.: Determination of water stress index in sunflower. In: Helia, 2002, č. 37, s. 27 – 38.
- PANDA, S., S. – AMES, D. P. – PANIGRAHI, S.: Application of vegetation indices for agricultural crop yield prediction using neural network techniques. In: Remote Sensing, 2010, č. 2, s. 673 – 696.
- PEÑA-BARRAGÁN, J. M. – LÓPEZ-GRANADOS, F. – JURADO-EXPÓSITO, M. – GARÍA-LOPEZ, L.: Sunflower yield related to multi-temporal aerial photography, land elevation and weed infestation. In: Precision Agric., 2010, č. 11, s. 568 - 585.
- PEÑUELAS, J. – PIÑOL, J. – OGAYA, R. – FILELLA, I.: Estimation of plant water concentration by the reflectance water index W_i (R900/R970). In: Inter. J. Rem. Sens., 1997, č. 18, s. 2869 – 2875.
- PEÑUELAS, J. 1998. Visible and near-infrared reflectance techniques for diagnosing plant physiological status. In: Trends in Plant Science, vol. 3, 1998, p. 151 - 156.
- SUARÉZ, L. – ZARCO-TEJADA, P. J. – SEPULCRE-CANTO, G. – PEREZ-PRIEGO, O. – MILLER, J. R. – JIMENEZ-MUNOZ, J. C. – SOBRINO, J.: Assessing canopy PRI for water stress detection with diurnal airborne imagery. In: Rem. Sens. Env., 2008, č. 112, s. 560 - 575.

Korešpondenčná adresa:

Ing. Marek Kovár, PhD., Katedra fyziológie rastlín, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovenská republika. E-mail: Marek.Kovar@uniag.sk

VARIABILITA ÚRODOTVORNÝCH PRVKOV VYSOKO OLEJNATÝCH HYBRIDOV SLNEČNICE ROČNEJ (*HELIANTHUS ANNUUS* L.)

The variability of yield – forming elements of high oleic sunflower (*Helianthus annuus* L.) hybrids

IVAN ČERNÝ – MARTIN MÁTYÁS – MAREK KOVÁR

Katedra rastlinnej výroby – Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

The field polyfactorial trials was carried out on experimental fields of the Plant Biology and Ecology Centre, the Faculty of Agrobiological and Food Resources of the Slovak University of Agriculture in Nitra Dolná Malanta in the experimental year 2012. The aim of this experiment was to observe yield-forming elements of high oleic sunflower hybrids. In the experimental year, high significantly impact of sunflower hybrids on number of plants per unit area and weight of thousands achenes was found. Non significant impact of sunflower hybrids on number of heads per unit area, average of head and weight of head was found. In the range of number of plants per unit area and number of heads per unit area hybrid NK Ferti was the most productive. In the range of average of head, weight of head and weight of thousands achenes was the most productive hybrid NK Brio.

Key words: sunflower, hybrids, yield-forming elements, number of plants per unit area, number of heads per unit area, average of head, weight of head, weight of thousands achenes

ÚVOD

Produkčný proces slnečnice ročnej je daný komplexom kvantitatívnych a kvalitatívnych ukazovateľov, ktoré sú podmienené genetickými vlastnosťami biologického materiálu, agroekologickými faktormi prostredia a ich vzájomnými interakciami (Leon et al., 2003; Černý et al., 2008).

Významným faktorom vplývajúcim na dosahovanie vysokej a kvalitnej úrody, najmä pri intenzívnom pestovaní slnečnice ročnej, je kvalitné osivo a výber vhodného hybridu (Mojiri et al. 2003; Ferreras et al. 2000).

Baranyk et al. (2010) považuje za základné úrodotvorné prvky slnečnice ročnej počet rastlín na jednotku plochy, úrodu oleja z jednej rastliny, kde sa hodnotí hmotnosť jednej nažky a počet nažiek na celej rastline a olejnatosť nažky.

Hybridy okrem úrody nažiek a obsahu tuku majú vplyv aj na počet rastlín na jednotku plochy, počet úborov a priemer úborov (Veverková et al., 2011; Karaba, 2005).

MATERIÁL A METÓDA

Cieľom experimentu bolo sledovať vplyv jednotlivých hybridov slnečnice ročnej na variabilitu parametrov vybraných úrodotvorných prvkov.

Poľný polyfaktorový pokus bol realizovaný v roku 2012 na experimentálnej báze Strediska biológie a ekológie rastlín FAPZ SPU v Nitre Dolná Malanta. Experimentálna báza sa nachádza v kukuričnej výrobnjej oblasti. Pokusy boli realizované na hnedozemi kultizemnej.

Predplodinou slnečnice ročnej (*Helianthus annuus* L.), v rámci 7 honového osevného postupu 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 0,22 m) boli uskutočňované v súlade so zásadami konvenčnej technológie pestovania slnečnice ročnej.

Základné hnojenie bolo uskutočnené bilančnou metódou, na základe agrochemického rozboru pôdy na predpokladanú výšku úrody 3 t.ha⁻¹.

Pokus bol založený metódou kolmo delených dielcov, pričom stupne faktorov boli rozmiestnené v náhodnom usporiadaní v 3 opakovaníach. V rámci biologického materiálu boli použité hybridy:

NK Brio - dvojlíniový hybrid s normálnym typom oleja,

NK Neoma - dvojlíniový stredne neskorý hybrid s normálnym typom oleja,

NK Ferti - dvojlíniový stredne skorý hybrid. Hybrid odovodený z NK Brio s vyšším podielom kyseliny olejovej.

V experimente boli posudzované nasledovné prvky slnečnice ročnej:

- počet rastlín na jednotku plochy (ks.ha⁻¹),
- počet úborov na jednotku plochy (ks.ha⁻¹),
- priemer úboru (mm),
- hmotnosť úboru (g),
- HTN (g).

Výsledky experimentu boli štatisticky spracované analýzou rozptylu prostredníctvom štandardných grafických a štatistických metód štatistického balíka Statistica for Windows.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Úrodu slnečnice ročnej ovplyvňuje mnoho znakov, z nich za najdôležitejšie sú považované počet rastlín na jednotku plochy, počet nažiek na rastlinu, objemová hmotnosť, hmotnosť 1000 nažiek, obsah sušiny, obsah oleja a úroda nažiek (Joksimović *et al.*, 1999).

V experimentálnom roku 2012 boli medzi jednotlivými hybridmi zaznamenané rozdiely v počte rastlín na hektár aj v počte úborov na hektár. Pri hybride NK Ferti bol zistený najvyšší počet rastlín 52530,8, s počtom úborov 53728,02. Najnižší počet rastlín na hektár bol zaznamenaný pri hybride NK Brio 47525,06, s počtom úborov 51890,56 na hektár (tab.1). V rámci hodnotenia ukazovateľov priemeru úboru, hmotnosti úboru a HTN boli zaznamenané významné rozdiely v dosiahnutých hodnotách. Pri hybride NK Brio bola zistená najvyššia hodnota priemeru úboru 186,7 mm a hmotnosti úboru 227,16 g, najvyššia HTN 59,16 g bola dosiahnutá taktiež pri hybride NK Brio. Najnižšia hodnota priemeru úboru 166,7 mm a hmotnosti úboru 170,3 g bola zistená pri hybride NK Ferti, a najnižšia hodnota HTN 54,03 g pri hybride NK Neoma (tab.1).

Veverková (2011) popisuje štatisticky preukazný vplyv biologického materiálu na počet rastlín na jednotku plochy, počet úborov a priemer úborov. V experimentálnom roku 2012 bol zistený štatisticky nepreukazný vplyv biologického materiálu na počet úborov na jednotku plochy, hmotnosť úborov a priemer úborov, avšak na počet rastlín na jednotku plochy a HTN bol vplyv biologického materiálu štatisticky vysoko preukazný (tab. 2).

Tabuľka 1: Úrodovorné prvky slnečnice ročnej v roku 2011

Hybrid	Počet rastlín (ks.ha ⁻¹)	Počet úborov (ks.ha ⁻¹)	Priemer úboru (mm)	Hmotnosť úboru (g)	HTN (g)
NK Brio	47525,06	51890,56	186,7	227,16	59,16
NK Neoma	51827,76	51827,76	173,3	200,46	54,03
NK Ferti	52530,8	53728,02	166,7	170,3	58,23
Priemer	50628	39149	176	199	57

Tabuľka 2: Analýza rozptylu úrodovorných prvkov slnečnice ročnej

Analýza rozptylu pre počet rastlín na ha					
	Stupne	df	PČ	F	p
Abs. člen	1	1,031443E+11	1,031443E+11	193133,8	0,000000
hybrid	2	9,582420E+07	4,791210E+07	89,7	0,000000
Analýza rozptylu pre počet úborov na ha					
	Stupne	df	PČ	F	p
Abs. člen	1	9,939552E+10	9,939552E+10	1419,940	0,000000
hybrid	2	5,485614E+08	2,742807E+08	3,918	0,049010
Analýza rozptylu pre priemer úborov					
	Stupne	df	PČ	F	p
Abs. člen	1	12302,51	12302,51	2875,911	0,000000
hybrid	2	21,10	10,55	2,466	0,126726
Analýza rozptylu pre hmotnosť úborov					
	Stupne	df	PČ	F	p
Abs. člen	1	1804616	1804616	469,8787	0,000000
hybrid	2	22973	11487	2,9908	0,088331
Analýza rozptylu pre HTN					
	Stupne	df	PČ	F	p
Abs. člen	1	128866,6	128866,6	7570,563	0,000000
hybrid	2	503,3	251,7	14,785	0,000041

Vysvetlivky: df- stupne voľnosti, SČ- súčet štvorcov, PČ- priemer štvorcov

ZÁVER

o Z výsledkov poľného polyfaktorového pokusu realizovanom v roku 2012 bol zistený štatisticky nepreukazný vplyv biologického materiálu na počet úborov na jednotku plochy, hmotnosť úborov a priemer

úborov. Vplyv biologického materiálu na počet rastlín na jednotku plochy a HTN bol štatisticky vysoko preukazný.

○ Najvýkonnejším, z hľadiska počtu rastlín na ha a počtu úborov na ha, bol v danom roku hybrid NK Ferti. Z hľadiska priemeru úboru, hmotnosti úboru a HTN bol najvýkonnejším hybrid NK Brio.

Pod'akovanie: Práca bola financovaná Vedeckou grantovou agentúrou Ministerstva školstva Slovenskej republiky projektu VEGA: 1/0093/13 Racionalizácia pestovateľského systému snečnice ročnej (*Helianthus annuus* L.) a repy cukrovej (*Beta vulgaris* prov. *altissima* Doell.) v podmienkach globálnej zmeny klímy s dôrazom kladeným na klimatické zmeny, optimalizáciu produkčného procesu, množstva a kvality produkcie.

LITERATÚRA

- BARANYK, P.: Olejiny. 1. Vydanie, Praha: Profi Press, 2010, s. 206. ISBN 978-80-86726-38-0.
- ČERNÝ, I. – TÖRÖKOVÁ, M.: Úroda nažiek snečnice ročnej (*Helianthus annuus*, L.) vplyvom variability biologického materiálu. In: Uplatnenie vedy v poľnohospodárstve v kontexte rozvoja vidieka a prihraničnej spolupráce s Ukrajinou: zborník referátov z odborného seminára s medzinárodnou účasťou Zemplínska Šírava 29.– 30. Máj 2008, Michalovce: Slovenské centrum poľnohospodárskeho výskumu – ústav agroekológie, 2008, s. 139 – 144.
- FERRERAS, L. A. - COSTA, J. L. - GARCÍA, F. O. - PECORARI, C.: Effect of no-tillage on some soil physical properties of a structural degraded Petrocalcic Paleudoll of the southern „Pampa“ of Argentina. In: Soil and Tillage Research, Vol. 54, 2000, p. 31-39.
- JOKSIMOVIĆ, J. – ATLAGIĆ, J. – ŠKORIĆ, D.: Path coefficient analysis of some oil yield components in sunflower (*Helianthus annuus* L.). In. *Helia*, Vol. 22 (31), 1999, p. 35 – 42.
- KARABA, S.: Racionalizácia pestovania snečnice ročnej (*helianthus annuus* l.) v podmienkach slovenska. In: Autoreferát dizertačnej práce. Nitra: SPU, 2005, s. 31.
- LEON, A. J. – ANDRADE, F. H. – LEE, M.: Genetic analysis of seed-oil concentration across generations and environments in sunflower, In *Crop Sci.*, No. 43, 2003, p. 135–140.
- MOJIRI, A - A. ARZANI, A.: Effects of nitrogen rate and plant density on yield and yield components of sunflower In: *J. Sci and technology of Agric. And natural resources*, Vol. 7. 2, 2003, p. 115-125.
- VEVERKOVÁ, A. – ČERNÝ, I.: Zhodnotenie vplyvu hybridov na formovanie vybraných úrodotvorných prvkov, úrodu a kvalitu snečnice ročnej (*Helianthus annuus* L.). In: Prosperující olejiny, Sborník konference s medzinárodní účastí, 2011, s.106 – 109. ISBN 978-80-213-2218-9.

Kontaktná adresa: doc. Ing. Ivan Černý, PhD, Department of Crop Production, [Faculty of Agrobiology and Food Resources](#) Slovak University of Agriculture, Tr. Andreja Hlinku 2, 94976, Nitra, Slovakia, E-mail: ivan.cerny@uniag.sk, phone number: + 421 037 641 4231

Ing. Martin Mátyás, Department of Crop Production, [Faculty of Agrobiology and Food Resources](#) Slovak University of Agriculture, Tr. Andreja Hlinku 2, 94976, Nitra, Slovakia, E-mail: xmatyas@is.uniag.sk , phone number: + 421 037 641 4263

Ing. Marek Kovár, PhD, Department of Plant Physiology, [Faculty of Agrobiology and Food Resources](#) Slovak University of Agriculture, Tr. Andreja Hlinku 2, 94976, Nitra, Slovakia, E-mail: marek.kovar@uniag.sk, phone number: + 421 0

VPLYV RÔZNEHO PODIELU OBILNÍN V OSEVNÝCH POSTUPOCH NA ÚRODU A AKTUÁLNU ZABURINENOSŤ JAČMEŇA SIATEHO JARNÉHO

The influence of different proportion of cereals in crop rotations on the spring barley grain yield and weed infestation rate

MÁRIA BABULICOVÁ

Centrum výskumu rastlinnej výroby – Výskumný ústav rastlinnej výroby Piešťany

The aim of the study was to compare grain yield, one-thousand grain weight, bulk weight, grain over sieve 2.5 mm, and weed infestation rate of spring barley in crop rotations with 40, 60, and 80 % share of cereals. The trial was situated in the area of continental climate. In the experiment there were crop rotations with 40%, 60% and 80% share of the cereals. Two levels of fertilization were used: H₁ mineral fertilization + organic manure Veget; H₂ mineral fertilization only. The variety of spring barley Bojos was grown. In the years 2010–2012 the one-thousand grain weight was significantly influenced by the proportion of cereal. We obtained significantly higher ($P < 0.05$) one-thousand grain weight in crop rotation with 80 % proportion of cereals (42.9 g) in comparison with crop rotation with 40 % proportion of cereals (41.8 g). In spring the weed infestation rate by 80% proportion of cereals in crop rotation was higher at 61 % in comparison with crop rotation with 40 % proportion of cereals. In summer the weed infestation rate by 80 % proportion of cereals in crop rotation was higher at 131 % in comparison with crop rotation with 40 % proportion of cereals.

Key words: spring barley, crop rotation, proportion of cereals, grain yield, weed infestation rate.

ÚVOD

Jačmeň jarný je jednou z najdôležitejších obilnín a jeho pestovateľské plochy sa zvyšujú v mnohých oblastiach sveta, ale chýbajú informácie o fyziologických procesoch limitujúcich úrodu zrna (Dordas, Ch. 2012). 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. 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. Osevný postup využíva špecifickú schopnosť niektorých druhov kultúrnych rastlín priaznivo pôsobiť na fyzikálne, chemické a biologické vlastnosti pôdy. 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 %) ovplyvňuje úrodu zrna, úrodovtné prvky a aktuálnu zaburinenosť jačmeňa siateho jarného. Výskum bol realizovaný v rokoch 2010 – 2012 na dlhodobom stacionárnom pokuse založenom v roku 1974 na Výskumnom pracovisku v Borovciach, ktoré patrí CVRV – VÚRV Piešťany.

MATERIÁL A METÓDA

Pôdnym typom je černozem 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. 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 H₁: postup hnojenia P a K bilančnou metódou, hnojenie dusíkom na základe obsahu N_{an} v pôde (podľa Metodiky hnojenia a výživy rastlín, 1998) + organické hnojivo Veget v dávke 5t.ha⁻¹.

Úroveň hnojenia H₂: hnojenie jačmeňa siateho jarného minerálnymi hnojivami ako v pokuse 1, pričom pri tejto úrovni nebolo aplikované organické hnojivo Veget.

V pokuse bola použitá odroda jačmeňa siateho jarného Bojos. Boli použité hnojivá: dusíkaté – síran amónny, fosforečné – superfosfát a draselné – draselná soľ. Pesticídy, herbicídy a insekticídy boli používané paušálne na celý pokus podľa výskytu burín a škodcov pri jednotlivých plodinách;

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

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Najvyššiu úrodu zrna sme dosiahli v oševnom postupe s 40 % podielom obilnín (tab. 3). Úroda zrna jačmeňa jarného bola štatisticky preukazne ovplyvnená hnojením, ročníkom, interakciou zastúpenia obilnín s ročníkom a interakciou ročníka s hnojením (tab.4). Úroda zrna bola štatisticky preukazne vyššia pri aplikácii minerálneho hnojiva a zaorávaní organického hnojiva Veget (5,28 t.ha⁻¹) v porovnaní s variantom len s minerálnym hnojením (4,64 t.ha⁻¹). V roku 2011 bola úroda zrna štatisticky preukazne vyššia (6,08 t.ha⁻¹) ako v roku 2010 (4,84 t.ha⁻¹) v roku 2012 (3,96 t.ha⁻¹), pričom v roku 2012 bola úroda štatisticky preukazne nižšia ako v roku 2010. Pre vývoj jačmeňa jarného sa rok 2012 ukázal ako jeden z najhorších rokov za dlhé obdobie rokov. Po silných mrazoch bez snehovej pokrývky v mesiaci február (priemerná mesačná teplota v tomto mesiaci sa líšila od dlhodobého normálu o -4,79 °C) nastúpili v jarnom období tri suché mesiace: marec, apríl a máj (tab. 2). Odchýlky sumy mesačných zrážok od dlhodobého normálu predstavovali v mesiaci marec 27,5 mm, v apríli 22,7 mm a v máji 37,8 mm. Ako najpriateľnejší z týchto troch extrémnych rokov sa ukázal pre vývoj jačmeňa jarného rok 2011. V tomto roku suma zrážok v mesiaci máj prevýšila dlhodobý normál o 39,2 mm a v mesiaci jún o 85,2 mm. V roku 2010 na vývin jačmeňa jarného veľmi negatívne vplývali extrémne zrážky v mesiaci máj, ktoré prevýšili dlhodobý normál o 114,3°C. Tento nepriaznivý priebeh klimatických podmienok sa negatívne prejavil na úrodovných prvkoch, čo sa následne odrazilo na úrodách zrna. Uvedené výsledky sú v súlade s výsledkami autorov Francia et al. (2011), ktorí sa vo svojej štúdií zaoberali vplyvom genotypu a environmentálnymi podmienkami stanovišťa. Ukázalo sa, že väčšiu dôležitosť pre vývoj úrody má kombinácia genotypu a podmienok stanovišťa ako genotyp.

Objemová hmotnosť v oševnom postupe so 40 % podielom obilnín a 60 % podielom obilnín sa nelíšila (tab. 3). HTZ bola štatisticky preukazne ovplyvnená zastúpením obilnín, ročníkom a ich interakciou (tab. 4). Pri 80 % zastúpení obilnín v oševnom postupe bola dosiahnutá štatisticky preukazne vyššia HTZ (42,9 g) ako pri 40 % zastúpení (41,8 g). V roku 2012 sme zaznamenali štatisticky preukazne vyššiu HTZ (46,8 g) ako v rokoch 2010 (34,9 g) a 2011 (45,4 g), pričom HTZ v roku 2011 bola štatisticky preukazne vyššia a ako v roku 2010. Podobne ako HTZ aj podiely vyšších frakcií zrna boli najvyššie v oševnom postupe s 80 % podielom obilnín (tab. 3). Podiely vyšších frakcií zrna jačmeňa jarného boli štatisticky preukazne ovplyvnené hnojením, ročníkom a ich vzájomnou interakciou (tab. 5). Pri úrovni H₂ (len minerálne hnojenie) bola zaznamenaná štatisticky preukazne vyšší podiel frakcií zrna nad sítom o priemere 2,5 mm (75,0 %) ako na variante s minerálnym hnojením a organickým hnojením hnojivom Veget (70,8 %). V roku 2010 bola štatisticky preukazne nižší podiel vyšších frakcií (49,3 %) ako v roku 2011 (83,3 %) a 2012 (86,1 %).

Doucet - Weaver – Hamil – Zhang (1999) pokladajú oševný postup za spôsob na udržanie nízkej zaburinenosti a udržanie druhovej rozmanitosti. V zhode s výsledkami Derylu (1997), ktorý sa zaoberal výskumom účinkov pestovania strniskových medziplodín na úrody a zaburinenosť jačmeňa jarného pestovaného v obilninárskom oševnom postupe (50, 75 a 100 % obilnín), bola zistená zvyšujúca tendenciu aktuálnej zaburinenosti jačmeňa jarného so stúpajúcou koncentráciou obilnín v oševných postupoch. Pri 40 % zastúpení bola aktuálna zaburinenosť: 18 ks.m², pri 60 % zastúpení 21 ks.m² a pri 80 % zastúpení 29 ks.m² (obr. 1). Získané výsledky sú zhodné s výsledkami Mačuhovej (1993), Týra a Pospíšila (1999) ktorí tvrdia, že pri optimálnej hustote obilnín je ich konkurenčný tlak proti burinám tak silný, že sa nemusí prejavovať škodlivosť burín. Správne zostavený oševný postup by mal prispieť k prirodzenému samočisteniu pôdy a k zníženiu zásob semien burín v pôde. Aby sa zamedzilo jednostrannej zaburinenosti pozemkov je potrebné, aby sa v oševnom postupe striedali plodiny s rôznym charakterom pestovania (oziminy, jariny, viacročné krmoviny). Druhá skladba burín na jar v jednotlivých rokoch sa mierne líšila. V roku 2010 boli na jar prevládajúcimi burinnými druhmi: *Chenopodium album* (mrlík biely), *Veronica hederifolia* (veronika brečtanolistá), *Stellaria media* (hviezdica prostredná) a *Cirsium arvense* (pichliač roľný). V roku 2011 prevládali druhy burín: *Chenopodium album* (mrlík biely), *Fallopia convolvulus* (pohánkove ovjávý) a *Cirsium arvense* (pichliač roľný). V roku 2012 v poraste jačmeňa jarného prevládali burinné druhy: *Veronica hederifolia* (veronika brečtanolistá), *Chenopodium album* (mrlík biely), *Fallopia convolvulus* (pohánkove ovjávý) a *Cirsium arvense* (pichliač roľný). Pilipavius et al. (2011) uvádzajú prevládajúce buriny v jačmeni jarnom: *Chenopodium album* (mrlík biely), *Stellaria media* (hviezdica prostredná) a *Erysimum cheiranthoides* (horčičník cheirantový). Autori zistili, že výsevne množstvo jačmeňa jarného nemá žiadny významný vplyv na rozšírenie trvácich burín. Blecharczyk a kol. (2000) zaznamenali v 7-honovom oševnom postupe v poraste jačmeňa jarného dominantné

druhy burín: *Chenopodium album* (mrľák biely), *Viola arvensis* (fialka roľná), *Fallopia convolvulus* (pohánkovec ovíjavý), *Setaria viridis* (mohár zelený). Eyre et al. (2011) skúmali vplyv osevných sledov, ochrany a systému hnojenia na výskyt burín v organickom a konvenčnom systéme pestovania. Dospeli k záveru, že výskyt väčšiny burinných druhov z 22 vyskytujúcich sa druhov bol veľmi silne podmienený pestovanou plodinou.

V lete bola aktuálna zaburinenosť v osevnom postupe so 40 % zastúpením: 13 ks.m², pri 60 % zastúpení 21 ks.m² a pri 80 % zastúpení 30 ks.m² (obr. 2) Pri 60 % zastúpení bola aktuálna zaburinenosť o 62 % vyššia ako v osevnom postupe so 40 % zastúpením. Pri 80 % zastúpení sa zvýšila aktuálna zaburinenosť o 131 % v porovnaní s osevným postupom so 40 % zastúpením. Druhovú skladbu burín v lete v jednotlivých rokoch sa mierne líšila. V roku 2010 boli v lete prevládajúcimi druhmi burín: *Amaranthus retroflexus* (láskevce ohnutý), *Fallopia convolvulus* (pohánkovec ovíjavý) a *Cirsium arvense* (pichliač roľný). V roku 2011 v lete prevládal burinný druh: *Cirsium arvense* (pichliač roľný). V roku 2012 nastúpil silný tlak burinného druhu *Echinochloa crus-gali* (ježatka kuria noha). V tomto roku sme zistili v poraste jačmeňa siateho jarného prevládajúce druhy: *Echinochloa crus-gali* (ježatka kuria noha) a *Fallopia convolvulus* (pohánkovec ovíjavý).

ZÁVERY

- Klimatické podmienky jednotlivých rokov boli najsilnejším faktorom ovplyvňujúcim úrodu zrna a úrodotvorných prvkov jačmeňa jarného. Rozdiel v úrode urna v roku 2011 a 2012 bol 2,12 t.ha⁻¹.
- Podiel obilnín v osevnom postupe (OP) ovplyvnil štatisticky preukazne len HTZ jačmeňa siateho jarného. Pri 80 % podiele obilnín v OP bola dosiahnutá preukazne vyššia HTZ ako pri 40 % podiele obilnín.
- I keď pri úrovni hnojenia H₁ (minerálne hnojenie + Veget) bola dosiahnutá štatisticky preukazne vyššia úroda zrna, pri tejto úrovni bol podiel vyšších frakcií zrna (2,8 + 2,5 mm) preukazne nižší ako pri úrovni hnojenia H₂ (len minerálne hnojenie). Z hľadiska kvality zrna sa jesenná aplikácia hnojiva Veget k jarným obilninám ukázala ako nie veľmi vhodná.
- Aktuálna zaburinenosť jačmeňa siateho jarného na jar bola pri 80 % podiele obilnín o 61 % vyššia ako pri 40 % podiele obilnín. V lete sa aktuálna zaburinenosť pri 80 % podiele obilnín v OP zvýšila o 131 %. Potvrďuje to skutočnosť, že nielen z hľadiska dosahovaných úrod, ale aj z hľadiska aktuálnej zaburinenosti nie je vhodné zvyšovať koncentráciu obilnín nad 60 %.

PodĎakovanie: Uvedené výsledky boli získané z rezortného projektu „Možnosti a spôsoby zabezpečenia udržateľnej rastlinnej výroby v meniacich sa podmienkach prostredia“ (UDRAVY) podporeného Ministerstvom Pôdohospodárstva SR, riešeného v rokoch 2010-2012.

LITERATÚRA

- BLECHARCZYK, A. – MALECKA, I. – SKRZYPCZAK, G. 2000. Wplyw wieloletniego nawożenia, zmianowania i monokultury na zachwaszczenie jeczmiennia jarego. In: Ann., Univ. M. Curie – Skłodowska, Sect. E Agricultura, Suppl. Lublin : Univ. M. Curie – Skłodowska, 2000, s. 17 - 23.
- DERYLO, S. 1991. Zaszwaszczenie jeczmiennia jarego w plodozmianie i monokultury žbozovej. In Synteza i perspektywa nauki o plodozmianach seminarium plodozmianowe. Olsztyn, 1991, s. 191-192.
- DORDAS, C. 2012. Variation in dry matter and nitrogen accumulation and remobilization in barley as affected by fertilization, cultivar, and source-sink relations. In European Journal of Agronomy, vol. 37, 2012, no. 1, pp. 31-42.
- 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.
- EYRE, M. D. – CRITCHLEY, C. N. R. – LEIFERT, C. – WILCOCKSON, S.J. 2011. Crop sequence, crop protection and fertility management effects on weed cover in an organic/conventional farm management trial. In: European Journal of Agronomy, vol. 34, 2011, no. 3, pp. 153-162.
- FRANCIA, E. – TONDELLI, A. – RIZZA, F. – BADECK, F. – NICOSIA, OLD. – AKAR, T., GRANDO, S. – AL-YASSIN, A. 2011. Determinants of barley grain yield in wide range of Mediterranean environments. In: Field Crop Research, vol. 120, 2011, no. 1, pp. 169-178.
- LOŽEK, O. - FECENKO, J. – BORECKÝ. 1995. *Základy výživy a hnojenia plodín*, Nitra, 1995.
- MAČUHOVÁ, K. 1993. Optimalizácia zastúpenia ozimnej pšenice a jarného jačmeňa v osevných postupoch. : záverečná správa. Piešťany : VÚRV, 1993, 40 s.
- PILIPAVIUS, V. – ROMANECKIENE, R. – ROMANECKAS, K. 2011. The effect of spring barley (*Hordeum vulgare* L.) sowing rate on Dynamics of crop weediness at different development stages. In: ZEMDIRBYSTE-AGRICULTURE, vol. 98, 2011, no. 2, pp. 111-120.

TÝR Š. - POSPIŠIL, R. 1999. Pestovanie hustosiatych obilnín bez používania herbicídov. In: Poľnohospodárstvo AGRICULTURE, roč. 45, 1999, č. 2.

Tauľka 2: Poveternostné podmienky v rokoch 2010 – 2012 na stanovišti Borovce

Mesiac	n (1951 – 1980)		2010		2011		2012	
	x_{td} (°C)	$\sum z$ mm	x_{td} (°C)	$\sum z$ mm	x_{td} (°C)	$\sum z$ mm	x_{td} (°C)	$\sum z$ mm
I.	-1,8	32	-2,22	60,6	-1,87	32,4	-0,48	78,8
II.	0,2	33	1,39	38,0	-2,06	8,0	-4,59	39,2
III.	4,2	32	4,82	19,5	4,31	29,0	5,07	4,5
IV.	9,4	43	9,91	65,0	11,6	30,4	9,07	20,3
V.	14,1	54	15,41	168,3	14,68	93,2	15,43	16,2
VI.	17,7	80	19,47	95,0	19,15	165,2	18,88	108,1
VII.	18,9	76	23,02	98,0	18,14	83,2	20,73	94,1
VIII.	18,4	68	19,65	99,5	20,48	25,4	20,12	10,6
IX.	14,5	38	13,42	101,5	16,41	17,8	14,76	41,5
X.	9,6	42	8,04	25,0	7,77	32,9	8,02	88,5
XI.	4,6	51	7,36	76,0	1,37	2,0	4,88	22,6
XII.	0,3	46	-2,23	48,8	0,03	42,4	-2,81	46,5
x_{td} (°C)	9,2		9,84		9,17		9,09	
$\sum z$ mm		595		895,2		561,9		570,9

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

Tabuľka 3: Úroda a úrodovtné prvky jačmeňa siateho jarného v osevných postupoch

ZOvOP	Hnojenie	Predplodina	Úroda (t.ha ⁻¹)	OH (g.l ⁻¹)	HTZ (g)	PVFZ (%)
40 %	H ₁	K/z	5,40	695	41,7	71,7
	H ₂	K/z	4,73	695	41,9	73,3
Priemer			5,06	695	41,8	72,5
60 %	H ₁	K/z	5,17	695	42,1	70,0
	H ₂	K/z	4,65	695	42,6	75,8
Priemer			4,91	695	42,3	72,9
80 %	H ₁	JJ	5,27	697	43,0	70,6
	H ₂	JJ	4,53	689	42,8	76,1
Priemer			4,90	693	42,9	73,3

Kde: H₁ – minerálne hnojenie + hnojivo Veget; H₂ – minerálne hnojenie; OH – objemová hmotnosť; PVFZ – podiel vyšších frakcií zrna; JJ jačmeň siaty jarný; K/z - kukurica siata na zrno; klasov; HZK - hmotnosť zrna v klase; PZK - počet zrn v klase;

Tabuľka 4: Vplyv hnojenia a zastúpenia obilnín na úrodu zrna a objemovú hmotnosť jačmeňa siateho jarného (analýza variancie)

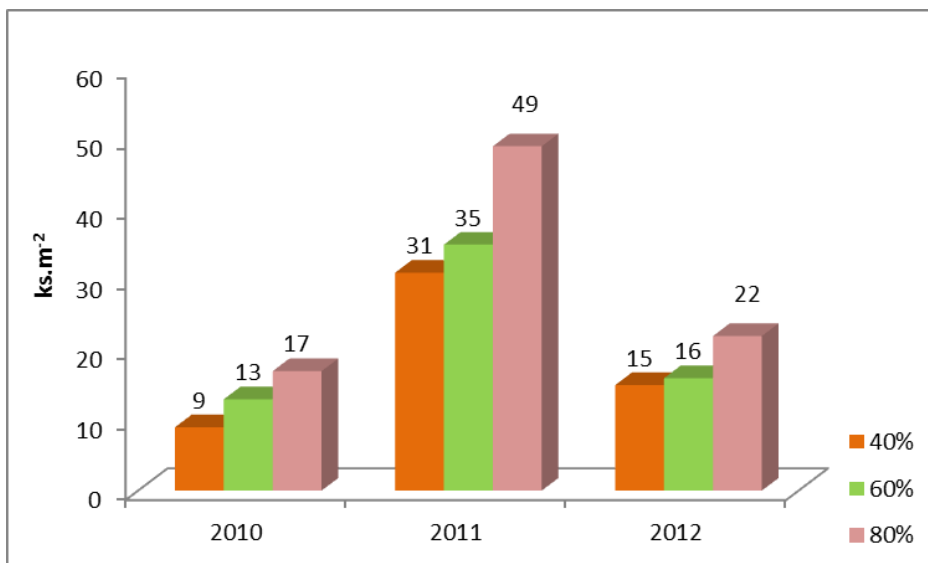
Faktor	Úroda zrna (t.ha ⁻¹)					Objemová hmotnosť [g.l ⁻¹]				
	s.v.	PŠ	F	P	HD _{0,05}	s.v.	PŠ	F	P	HD _{0,05}
Hnoj.[A]	1	7,39	58,57	**	0,17	1	117,6	1,59		4,07
ZOvOP[B]	2	0,21	1,64		0,25	2	43,0	0,58		6,00
A x B	2	0,08	0,60		0,43	2	138,0	1,87		10,41
Roky [C]	2	27,24	216,06	**	0,25	2	390,1	5,28	**	6,00
A x C	2	2,94	23,30	**	0,43	2	39,2	0,53		10,41
B x C	4	3,14	24,87	**	0,58	4	64,6	0,87		13,95
Súčet	71	1,924				71	101,2			
RR	51	0,13				51	73,9			

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

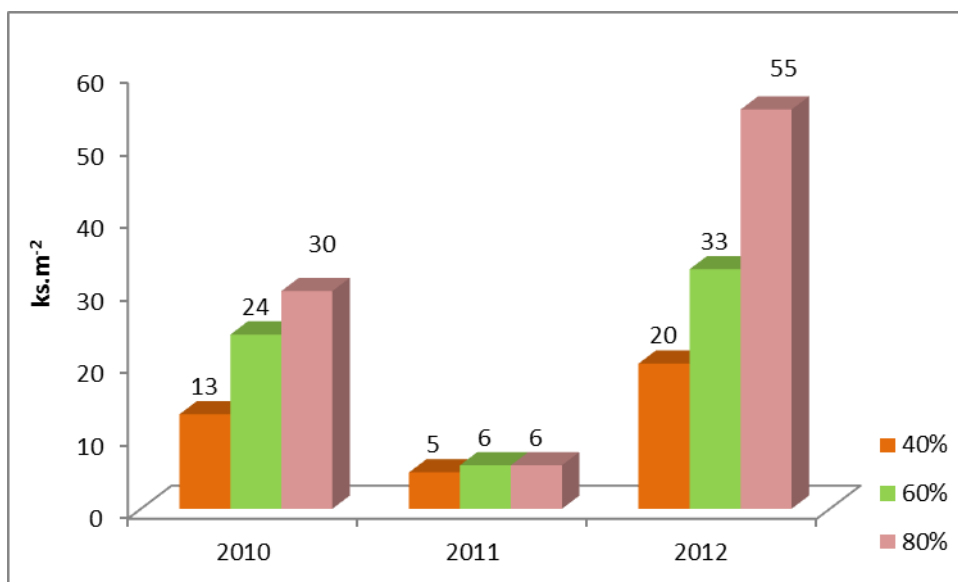
Tabuľka 5: Vplyv hnojenia a zastúpenia obilnín v osevných postupoch na HTZ a objemovú hmotnosť jačmeňa siateho jarného (analýza variancie)

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	0,44	0,28		0,59	1	331,53	14,63	**	2,25
ZOVOP[B]	2	6,62	4,31	*	0,87	2	4,49	0,20		3,32
A x B	2	0,66	0,43		1,50	2	33,12	1,46		5,76
Roky [C]	2	1 011,69	657,92	**	0,87	2	10 107,5	446,09	**	3,32
A x C	2	3,85	2,50		1,50	2	81,65	3,60	*	5,76
B x C	4	4,32	2,81	*	2,01	4	43,51	1,92		7,72
Súčet	71	30,27				71	316,13			
RR	51	1,54				51	22,66			

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



Obrázok 1: Aktuálna zaburinenosť jačmeňa siateho jarného v osevných postupoch



Obrázok 2: Aktuálna zaburinenosť jačmeňa siateho jarného v osevných postupoch

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

PÔSOBENIE POČASIA NA PÔDNU VLAHU A PRODUKCIU SUŠINY PLODÍN V EKOLOGICKOM A KONVENČNOM SYSTÉME

Impact of weather on soil moisture and dry matter accumulation in conventional and organics farming

ŠTEFAN ŽÁK – KATARÍNA HRČKOVÁ – RASTISLAV BUŠO – ROMAN HAŠANA

Centrum výskumu rastlinnej výroby – Výskumný ústav rastlinnej výroby Piešťany

In 2000 – 2005 field experiment was established in Research Station of PPRI in Borovce. Two growing systems were involved into experiment – conventional and organics farming. Dry matter accumulation into aboveground biomass was higher in conventional system in comparison to organics farming (about 17,4 %). The most productive crop in conventional system was red clover.

Dry matter accumulation per 1 mm of rainfall was higher in conventional system (47,98 kg) than in organics farming (41,17 kg). Moisture consumption of conventional system per vegetation season was superior to organics farming (about 2,8 %) and the most demanding crop was red clover in both tested growing systems. In general, moisture consumption per day was higher in organics farming (about 0,012 mm, which is 0,8 %). But the greatest difference in moisture consumption was detected for spring barley between both systems (more than 0,192 mm) in opposite tendency.

Higher dry matter accumulation per 1 mm of moisture consumption was recorded in conventional system (47,20 kg) in comparison to organics farming (39,93 kg). This difference is 18,2 %. Moisture supply was positive in both system, but more favorable in organics farming. Moisture supply for individual crops in both systems was following: winter wheat, potatoes, spring barley, pea and red clover.

ÚVOD

Rast a vývoj rastlín tesne súvisí s fyzikálnymi, chemickými a biologickými vlastnosťami pôdy. Vlastnosti pôdy sú rozhodujúcim faktorom regulujúcim vodu v hydrologickom systéme (KOVÁČ, 2003). Základným prvkom vodného režimu je režim vlhkosti pôdy, ktorý predstavuje súhrn prírastkov a úbytkov obsahu vody v pôde za sledovaný časový úsek (FULAJTÁR, 1994).

Vlhkosť pôdy udáva momentálny obsah vody v pôde v hmotnostných alebo objemových percentách k pôde vysušenej pri 105 °C. Najpresnejšie sa stanoví klasickou vázkovou metódou zo vzoriek pôdy odobratých do hermeticky uzavretých vzorkovníc. Momentálna vlhkosť pôdy je veľmi premenlivá veličina, najmä vlhkosť povrchovej časti pôdy. V nižších častiach pôdneho profilu nedochádza k takým veľkým výkyvom vlhkosti ako na povrchu pôdy (DEMO et al., 1995).

MATERIÁL A METÓDA

Poľný pokus bol založený na Výskumnom pracovisku CVRV - VÚRV Piešťany v Borovciach. Územie má kontinentálny charakter podnebia s dlhodobým ročným priemerom zrážok 625 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. Oblasť je zaradená do kukurično – jačmenného výrobného typu. Pôda je černozem hnedozemná, obsah prístupného K je dobrý, P stredný, Mg vysoký (Mehlich II), obsah humusu 1,8 – 2,0 %, pH 5,5 – 7,2.

Zmeny vlhkosti pôdy a úrody (prepočítanej na úrodu sušiny) sme sledovali v dvoch systémoch pestovania plodín: v ekologickom systéme (pri dodržiavaní zásad ekologického hospodárenia a zákona o ekologickej poľnohospodárskej výrobe č.189/2009 Z.z. z 29.apríla 2009) a v konvenčnom systéme. Sled plodín bol rovnaký pre oba systémy, v nasledovnom poradí: pšenica letná f. ozimná (2000) – ľuľok zemiakový (2001) - jačmeň siaty jarný s podsevom ďateliny lúčnej (2002) – ďatelina lúčna (2003) - pšenica letná f. ozimná (rok 2004) - hrach siaty (2005). Pôdne vzorky sa odoberali počas vegetácie 3 krát (jar - T1, leto – T2, jeseň – T3) z hĺbky 0,05-0,10 m, 0,15-0,20 m a 0,25-0,30 m, teda z koreňovej zóny.

Cieľom príspevku je porovnať zmeny vlhkosťného stavu pôdy vplyvom počasia a spracovania pôdy na produkciu sušiny hospodársky významných plodín.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

V tabuľke 1 sú uvedené priemery nameraných hodnôt objemovej hmotnosti pôdy (redukovanej – v t.m⁻³) a vlhkosti pôdy v hmotnostných percentách. Z týchto znakov sme vypočítali vlhkosť pôdy v objemových percentách, čo zodpovedá obsahu vody v pôde v mm. Štatistické vyhodnotenie objemovej hmotnosti pôdy (redukovanej), vlhkosti pôdy v hmotnostných percentách a vlhkosti pôdy v objemových percentách v rokoch 2000 – 2005 je uvedené v tabuľke 2. Výsledky ukazujú, že v objemovej hmotnosti pôdy (redukovanej) boli v ekologickom systéme štatisticky preukazne nižšie hodnoty, ktoré sú pre rast rastlín vhodnejšie, ale vlhkosť pôdy či už v hmotnostných, alebo v objemových percentách bola v oboch systémoch na rovnakej úrovni (nepreukazný rozdiel).

V tabuľke 3 sú uvedené meteorologické charakteristiky počas vegetačnej doby pri jednotlivých plodinách. Najdlhšia vegetačná doba bola pri ďateline lúčnej (roky 2002 - 2003), najkratšia bola pri hrachu siatom (2005). Podobne najviac zrážok sme zistili počas najdlhšej vegetačnej doby pri ďateline lúčnej, kým najmenej zrážok pri jačmeni siatom f. jarnej (2002). Suma teplôt bola najvyššia pri ďateline lúčnej, najnižšia pri hrachu siatom, kým najvyššia priemerná denná teplota bola pri ľuľku zemiakovom (2001) a najnižšia pri pšenici ozimnej pestovanej po hrachu siatom (2000). Najviac slnečného svitu sme zistili pri ďateline lúčnej, najmenej pri jačmeni siatom f. jarnej.

Obsah pôdnej vody vo vrstve 0,05 - 0,30 m v objemových percentách, resp. v milimetroch vodného stĺpca (mm) je uvedený v tabuľke 3. Zistili sme ho z hodnôt vlhkosti pôdy (hmotnostných) a objemovej hmotnosti pôdy (redukovanej). Bilanciu sme vypočítali ako rozdiel medzi sejbovým a zberovým termínom. V oboch systémoch sme zistili úbytok vlhky pri zbere v porovnaní s vlhokou pri sejbe, vyšší v konvenčnom systéme ako v ekologickom systéme o 2,2 mm. Pri ľuľku zemiakovom a hrachu siatom bol zistený nárast vlhky v zberovom termíne v porovnaní so sejbovým termínom.

Ďalšie hodnotené znaky sú uvedené v tabuľke 4. V konvenčnom systéme sme dosiahli vyššiu úrodu sušiny celkovej nadzemnej biomasy o 17,4%. Najvyššiu produkciu sušiny v ekologickom aj v konvenčnom systéme poskytla ďatelina lúčna pestovaná v rokoch 2002 - 2003. V ekologickom systéme nasledovala pšenica po hrachu, pšenica po ďateline, jačmeň siaty, ľuľok zemiakový a hrach, kým v konvenčnom systéme nasledoval ľuľok zemiakový, pšenica po hrachu, pšenica po ďateline, jačmeň siaty a hrach. Ďatelina lúčna bola výkonnejšia v konvenčnom systéme o 13,8% ako v ekologickom systéme, pšenica po hrachu o 3,8%, pšenica po ďateline o 16,2% a hrach o 7,0%. V ekologickom systéme bol výkonnejší ľuľok zemiakový o 31,8% ako v konvenčnom systéme a jačmeň siaty o 4,0%.

Produkciu sušiny v kg z 1 mm zrážok sme vypočítali ako podiel sušiny nadzemnej biomasy v kg a celkového úhrnu zrážok počas vegetačného obdobia v mm. Vyššiu produkciu sušiny z 1 mm zrážok sme dosiahli v priemere rokov 2000 - 2005 v konvenčnom systéme (47,98 kg) ako v ekologickom systéme (41,17 kg). Najviac sušiny z 1 mm zrážok bolo v konvenčnom systéme vyprodukovanej pri jačmeni jarnom, nasledovali ďatelina lúčna, pšenica po hrachu, ľuľok zemiakový, pšenica po ďateline a hrachu siatom. V ekologickom systéme bolo poradie ďatelina lúčna, ľuľok zemiakový, jačmeň siaty, pšenica po ďateline, pšenica po hrachu a hrach siaty.

Vlahovú spotrebu za vegetáciu sme vypočítali ako zrážky (v mm) + obsah vody pri sejbe (v mm) - obsah vody pri zbere (v mm). V priemere rokov 2000 - 2005 bola vlahová spotreba za vegetáciu vyššia v konvenčnom systéme ako v ekologickom systéme (o 2,8%). Najvyššia vlahová spotreba za vegetáciu bola v oboch systémoch pri ďateline lúčnej, v ekologickom systéme nasledovali pšenica po hrachu, pšenica po ďateline, ľuľok zemiakový a jačmeň jarný. V konvenčnom systéme nasledovala pšenica po ďateline, pšenica po hrachu, jačmeň jarný a ľuľok zemiakový. V oboch systémoch sme najnižšiu vlahovú spotrebu za vegetáciu zistili pri hrachu siatom. Rozdiel medzi ďatelinou lúčnou a hrachom siatym bol v konvenčnom systéme 425,7 mm, kým v ekologickom systéme iba 407,0 mm.

Vlahovú spotrebu za deň sme vypočítali ako podiel vlahovej spotreby za vegetáciu v mm a dĺžky vegetačnej doby v dňoch. V priemere rokov 2000 - 2005 bola vlahová spotreba za deň vyššia v ekologickom systéme ako v konvenčnom (o 0,012 mm, t.j. o 0,8%). Najvyšší rozdiel vo vlahovej spotrebe za deň bol pri jačmeni jarnom pestovanom v konvenčnom systéme (o 0,192 mm viac), nasledoval hrach siaty pestovaný v ekologickom systéme (o 0,126 mm viac), pšenica po hrachu pestovaná v ekologickom systéme (o 0,062 mm viac), ľuľok zemiakový pestovaný v ekologickom systéme (o 0,09 mm viac), ďatelina lúčna pestovaná v konvenčnom systéme (o 0,01 mm viac) a pšenica po ďateline pestovaná v konvenčnom systéme (o 0,003 mm viac).

Produkciu sušiny v kg z 1 mm vlahovej spotreby za vegetáciu sme vypočítali ako podiel sušiny nadzemnej biomasy v kg a vlahovej spotreby počas vegetačného obdobia v mm. Vyššiu produkciu sušiny z 1 mm vlahovej spotreby sme dosiahli v priemere rokov 2000 - 2005 v konvenčnom systéme (47,20 kg) ako v ekologickom systéme (39,93 kg), čo je o 18,2% viac. Najviac sušiny z 1 mm vlahovej spotreby bolo vyprodukovanej v konvenčnom systéme pri ľuľku zemiakovom a nasledovali ďatelina lúčna, jačmeň jarný, hrach siaty, pšenica po hrachu a pšenica po ďateline. Rozdiel medzi najviac a najmenej výkonnou plodinou v konvenčnom systéme bol 19,46 kg. Najviac sušiny z 1 mm vlahovej spotreby bolo vyprodukovanej v ekologickom systéme pri ďateline lúčnej a nasledovali jačmeň jarný, ľuľok zemiakový, pšenica po hrachu, hrach siaty a pšenica po ďateline. Rozdiel medzi najviac a najmenej výkonnou plodinou v ekologickom systéme bol 16,47 kg.

Vlahovú zabezpečenosť sme stanovili ako rozdiel medzi vlahovou spotrebou a vlahovou potrebou. Hodnoty vlahovej potreby plodín pre Podunajskú nížinu sme použili z publikácie *Barek, V.: Klimatická zmena a závlahy, Vydal: TU vo Zvolene pre Slovenskú bioklimatologickú spoločnosť pri SAV, 2006, 37 s., ISBN: 80-288-1717-2*. Vlahová zabezpečenosť bola v oboch systémoch kladná, pričom vyššia bola v ekologickom systéme. V oboch pestovateľských systémoch bola vlahová zabezpečenosť kladná pri plodinách pšenica po hrachu, ľuľok zemiakový, pšenica po hrachu a jačmeň jarný. Naopak vlahová

zabezpečenosť bola záporná (nedostatočná), t.j. vyššia potreba vlhky ako spotreba vlhky pri plodinách hrach siaty a ďatelina lúčna.

Percentuálnu vlhkovú zabezpečenosť sme stanovili ako podiel medzi vlhkovou spotrebou a vlhkovou potrebou. V konvenčnom systéme bola v priemere rokov 2000 – 2005 vlhková zabezpečenosť vyššia (122,12%), kým v ekologickom systéme bola nižšia 119,10%. V oboch systémoch bola najvyššia vlhková zabezpečenosť pri pšeniciach (po ďateline a po hrachu), nasledoval ľuľok zemiakový, jačmeň jarný, hrach siaty a ďatelina lúčna.

DISKUSIA

Priaznivý obsah vody v pôde zabezpečuje stabilitu a výšku rastlinnej produkcie. Potrebu vody kultúrnych rastlín určuje popri poveternostných podmienkach najmä dĺžka vegetačného obdobia. V podmienkach Slovenska najväčší vplyv pôdnej vlhky na produkciu sušiny sa prejavuje v teplých a suchších oblastiach južnej Podunajskej nížiny, kde je vegetačné obdobie najdlhšie. Súvisí to aj s výskytom podzemnej vody v hlbších vrstvách (Fulajtár, 1987, Dodok, 2000, Šútor, 1995 a iní). Zásobu vody v pôdnom profile okrem zrážok a pestovanej plodiny významne ovplyvňujú aj fyzikálne vlastnosti a vodný režim danej pôdy. Pôdnu vlhkosť a tým aj produkciu sušiny fytomasy ovplyvňujú agrotechnické postupy, z ktorých je kľúčové striedanie plodín, obrábanie pôdy a hnojenie (Fulajtár, 1987, Šútor, 1995, Antal, 1998 a iní).

Výsledky ukázali, že najvyššiu produkciu sušiny fytomasy v oboch systémoch dosiahla ďatelina lúčna pestovaná v rokoch 2002-2003 pri dĺžke vegetačného obdobia 490 dní, 576,8 mm zrážok, sume teplôt 5876,05 °C, vlhovej spotrebe za vegetáciu v konvenčnom systéme 610,1 mm a v ekologickom systéme 605,2 mm, vlhovej zabezpečivosti v konvenčnom systéme 89,7% a v ekologickom systéme 89,0%, keď dosiahla v konvenčnom systéme 59,48 kg sušiny na 1 mm zrážok, resp. 56,24 kg sušiny na 1 mm vlhovej spotreby a v ekologickom systéme 52,24 kg sušiny na 1 mm zrážok, resp. 49,79 kg sušiny na 1 mm vlhovej spotreby. Podobné tendencie v rovnakých pôdno-ekologických podmienkach uvádza Fulajtár (1987), Ruzsanyi, (1993), Dodok, (2000) a iní. Vysokú efektívnosť využitia zrážok počas vegetácie pri produkcii sušiny fytomasy ukázal aj jačmeň jarný a pšenica letná f. ozimná. Tieto výsledky korešponujú s výsledkami autorov Žák, Kováč (2002), ktorí uvádzajú, že z hľadiska plodín najvyššiu produkciu sušiny vyprodukovala kukurica, nasledovala ozimná pšenica, jarný jačmeň, zemiaky, ďatelina lúčna a hrach. Do určitej miery sa potvrdilo zistenie Košíka (1982), že maximálne rozdiely v obsahu pôdnej vlhkosti boli v horných vrstvách pôdy.

ZÁVERY

Z riešenia problematiky vlhkosti pôdy vo vzťahu k produkcii sušiny v rokoch 2000 – 2005 vyplynuli nasledovné závery:

- v objemovej hmotnosti pôdy (redukovanej) boli v ekologickom systéme štatisticky preukazne nižšie hodnoty (zrejme vzhľadom na menší počet prejazdov ťažkých strojov po pôde), ktoré sú pre rast rastlín vhodnejšie, ale vlhkosť pôdy či už v hmotnostných, alebo v objemových percentách bola v oboch systémoch na rovnakej úrovni (nepreukazný rozdiel).
- V oboch systémoch sme zistili úbytok vlhky pri zbere v porovnaní s vlhkosťou pri sejbe, vyšší úbytok v konvenčnom systéme ako v integrovanom systéme o 2,2 mm. Pri ľuľku zemiakovom a hrachu siatom (teda širokolístých plodinách, ktoré lepšie hospodárili s vodou) bol zistený nárast vlhky v zberovom termíne v porovnaní so sejbovým termínom.
- V konvenčnom systéme sme dosiahli vyššiu úrodu sušiny celkovej nadzemnej biomasy o 17,4%. Najvyššiu produkciu sušiny v ekologickom aj v konvenčnom systéme poskytla ďatelina lúčna pestovaná v rokoch 2002-2003.
- Vyššiu produkciu sušiny z 1 mm zrážok sme dosiahli v priemere rokov 2000 – 2005 v konvenčnom systéme (47,98 kg) ako v ekologickom systéme (41,17 kg).
- V priemere rokov 2000 – 2005 bola vlhková spotreba za vegetáciu vyššia v konvenčnom systéme ako v ekologickom systéme (o 2,8%). Najvyššia vlhková spotreba za vegetáciu bola v oboch systémoch pri ďateline lúčnej.
- Vlhková spotreba za deň bola vyššia v ekologickom systéme ako v konvenčnom (o 0,012 mm, t.j. o 0,8%). Najvyšší rozdiel vo vlhovej spotrebe za deň bol pri jačmeni jarnom pestovanom v konvenčnom systéme (o 0,192 mm viac).
- Vyššiu produkciu sušiny z 1 mm vlhovej spotreby sme dosiahli v priemere rokov 2000 – 2005 v konvenčnom systéme (47,20 kg) ako v ekologickom systéme (39,93 kg), čo je o 18,2% viac.
- Vlhková zabezpečenosť bola v oboch systémoch kladná, pričom vyššia bola v ekologickom systéme. V oboch pestovateľských systémoch bola vlhková zabezpečenosť kladná pri plodinách pšenica po hrachu, ľuľok zemiakový, pšenica po hrachu a jačmeň jarný.
- V oboch systémoch bola najvyššia vlhková zabezpečenosť pri pšeniciach (po ďateline a po hrachu), nasledoval ľuľok zemiakový, jačmeň jarný, hrach siaty a ďatelina lúčna.

- V ekologickom systéme pestovania rastlín sú nižšie úrody resp. produkcia sušiny (aj vďaka nepoužívaniu hnojív a chemických ochranných prostriedkov), ale aj v ekologickom systéme pestovania rastlín je možné dosahovať zaujímavé (a vďaka lepším cenám) aj výhodné hospodárske výsledky. Dôležité pritom je, že vlhová zabezpečenosť bola v oboch systémoch kladná, pričom vyššia bola v ekologickom systéme.

Pod'akovanie: Práca vznikla vďaka podpore v rámci OP Výskum a vývoj pre projekt: Vývoj a inštalácia lyzimetrických zariadení pre racionálne hospodárenie na pôde v udržateľnej rastlinnej výrobe ITMS: 26220220106, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja. a úlohy výskumu a vývoja „Možnosti a spôsoby zabezpečenia udržateľnej rastlinnej výroby v meniacich sa podmienkach prostredia“.

LITERATÚRA

- ANTAL, J.: Vplyv využívania pôdy na vlhkosť prechodnej zóny pôdneho profilu. In: Hydrologická bilanca a možnosti zvyšování složek retence a akumulace vody: Sborník přednášek pracovního semináře 5.2. Praha: LF ČZU, 1998, s. 88-93.
- BAREK, V.: Klimatická zmena a závlahy, Vydal: TU vo Zvolene pre Slovenskú bioklimatologickú spoločnosť pri SAV, 2006, 37 s., ISBN: 80-288-1717-2.
- DEMO et al.: Obrábanie pôdy. 1. vyd. Nitra: Vysoká škola poľnohospodárska, 1995. 315 s. ISBN 80-7137-255-2.
- DODOK, R. : Vplyv ochranného a konvenčného obrábania na priebeh vlhkového profilu pôdy. In: Bioklimatológia a životné prostredie. Košice: SBkS SAV, 2000, 6 s. CD ISBN 80-88985-22-6.
- FULAJTÁR, E.: Príspevok k zabezpečnosti poľnohospodárskych kultúr vodou v pôdno klimatických podmienkach Slovenska. Vedecké práce Výskumného ústavu pôdnej úrodnosti, č. 14, 1987, s. 65 - 81.
- FULAJTÁR, E.: Vodný režim pôd Žitného ostrova. Vedecké práce Výskumného ústavu pôdnej úrodnosti, č. 18, 1994, s. 21 - 38.
- KOŠÍK, J.: Obsah pôdnej vlhkosti pri opakovanom pestovaní ozimnej pšenice a jarného jačmeňa. Obilniny a strukoviny. Vedecké práce VÚRV v Piešťanoch, 1982, č. 19, s. 53 – 64
- KOVÁČ, K a kol.: Všeobecná rastlinná výroba. Vydanie prvé, Nitra Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2003, 335 s. ISBN 80-8069-136-3.
- RUZSANYI, L. – PETO, K. (1993): Effect of crop rotation and fertilization on soil moisture. In: NOVENYTERMELES, 42 (1): 85-94 FEB 1993
- ŠÚTOR, J. - MATI, R. - IVANČO, J. - GOMBOŠ, M. - KUPČO, M. - ŠŤASTNÝ, P. 1995. Hydrológia Východoslovenskej nížiny. Michalovce: Media Group, 1995, s. 298-302.
- ŽÁK, Š. - KOVÁČ, K: Vplyv low-input systémov hospodárenia na bilanciu energo-materiálových tokov a ekonomické hľadiská. Záverečná správa, Piešťany : VÚRV, 2002, 52 s.

Tabuľka 1: Hodnoty objemovej hmotnosti pôdy (redukovanej), vlhkosti pôdy v hmotnostných percentách a vlhkosti pôdy v objemových percentách

Rok	Plodina	Hĺbka	OHR ($t \cdot m^{-3}$)				VLHKOSŤ hmot. %				VLHKOSŤ obj. %			
			SEJBA		ZBER		SEJBA		ZBER		SEJBA		ZBER	
			ES	KS	ES	KS	ES	KS	ES	KS	ES	KS	ES	KS
2000	Pšenica po hrachu	0,05-0,10	1,59	1,49	1,31	1,44	18,2	15,3	14,6	14,9	28,9	22,8	19,1	21,5
		0,15-0,20	1,61	1,64	1,53	1,62	20,0	15,2	14,8	14,2	32,2	29,9	22,6	23,0
		0,25-0,30	1,57	1,60	1,52	1,74	18,9	15,9	14,3	13,3	29,7	25,4	21,7	23,1
		Suma priemer	1,590	1,577	1,453	1,600	57,1	46,4	43,7	42,4	90,8	78,1	63,4	67,6
2001	Ľulok zemiakový	0,05-0,10	1,45	1,39	1,49	1,50	15,9	12,9	14,3	19,6	23,1	17,9	21,3	29,4
		0,15-0,20	1,48	1,45	1,54	1,57	14,5	14,4	17,6	14,3	21,5	20,9	27,1	22,5
		0,25-0,30	1,42	1,45	1,53	1,57	14,5	13,7	15,7	17,1	20,6	19,9	24,0	26,8
		Suma priemer	1,450	1,430	1,520	1,547	44,9	41,0	47,6	51,0	65,2	58,7	72,4	78,7
2002	Jačmeň jarný s podsevom ďateliny	0,05-0,10	1,47	1,62	1,49	1,60	15,8	22,3	14,5	14,9	23,2	36,1	21,6	23,8
		0,15-0,20	1,59	1,72	1,57	1,50	19,0	25,0	12,9	13,4	30,2	43,0	20,3	20,1
		0,25-0,30	1,54	1,64	1,63	1,63	21,1	21,1	11,8	13,0	32,6	34,6	19,2	21,1
		Suma priemer	1,533	1,660	1,563	1,577	56,0	68,4	39,2	41,3	86,0	113,7	61,1	65,1
2003	Ďatelina lúčna	0,05-0,10	1,35	1,46	1,61	1,42	13,5	13,6	7,5	6,2	18,2	19,9	12,1	8,8
		0,15-0,20	1,55	1,48	1,53	1,56	15,0	14,6	7,9	7,6	23,3	21,6	12,1	11,6
		0,25-0,30	1,56	1,59	1,43	1,54	15,6	15,7	9,9	8,1	24,3	25,0	14,2	12,5
		Suma priemer	1,487	1,510	1,523	1,507	44,1	43,9	25,3	21,9	65,8	66,5	38,4	33,2
2004	Pšenica po ďateline	0,05-0,10	1,35	1,46	1,29	1,42	13,5	13,6	10,9	10,0	18,2	19,9	14,1	14,2
		0,15-0,20	1,55	1,48	1,44	1,44	15,0	14,6	10,5	10,0	23,3	21,6	15,1	14,4
		0,25-0,30	1,56	1,59	1,41	1,49	15,6	15,7	10,7	10,4	24,3	25,0	15,1	15,5
		Suma priemer	1,487	1,510	1,380	1,450	44,1	43,9	32,1	30,4	65,8	66,5	44,3	44,1
2005	Hrach siaty	0,05-0,10	1,21	1,49	1,35	1,34	10,0	9,4	21,4	21,1	12,1	14,0	28,9	28,3
		0,15-0,20	1,53	1,57	1,19	1,60	9,0	10,1	20,5	21,5	13,8	15,9	24,4	34,4
		0,25-0,30	1,52	1,65	1,54	1,57	9,3	9,1	14,0	19,5	14,1	15,0	21,6	30,6
		Suma priemer	1,420	1,570	1,360	1,503	28,3	28,6	55,9	62,1	40,0	44,9	74,9	93,3
Priemer 2000-2005		0,05-0,10	1,403	1,485	1,423	1,453	14,5	14,5	13,9	14,5	20,6	21,8	19,5	21,0
		0,15-0,20	1,562	1,557	1,467	1,549	15,4	15,7	14,0	13,5	24,1	25,5	20,3	21,1
		0,25-0,30	1,528	1,57	1,510	1,590	15,9	15,2	12,7	13,6	24,3	24,2	19,3	21,6
		Suma priemer	1,494	1,543	1,467	1,531	45,8	45,4	40,6	41,6	69,0	71,5	58,9	63,7

Tabuľka 3.: Priebeh počasia počas vegetačného obdobia a obsah pôdnej vlhky vo vrstve 0,05-0,30 m v objemových percentách (mm)

Rok	Plodina	Vegetačné obdobie					Obsah pôdnej vlhky vo vrstve 0,05-0,40 m		
		Počet dni	Zrážky (mm)	Suma teplôt (°C)	Priemerná teplota (°C)	Slniečny Svit (hod.)	T1	T3	rozdiel
Ekologický systém									
1999/2000	Pšenica po hrachu	276	331,0	1851,00	6,71	1370	90,8	63,4	+27,4
2001	Ľulok zemiakový	142	254,8	2380,80	16,77	1126	65,2	72,4	-7,2
2002	Jačmeň jarný	122	193,9	1917,25	15,72	957	86,0	61,1	+24,9
2002/2003	Ďatelina lúčna	490	576,8	5876,05	11,99	3140	65,8	38,4	+27,4
2003/2004	Pšenica po ďateline	282	324,2	2117,55	7,51	1271	65,8	44,3	+21,5
2005	Hrach siaty	109	233,1	1696,50	15,56	907	40,0	74,9	-34,9
	Priemer	-	319,0	2639,85	12,38	1462	68,9	59,1	+ 9,8
Konvenčný systém									
1999/2000	Pšenica po hrachu	276	331,0	1851,00	6,71	1370	78,1	67,6	+10,5
2001	Ľulok zemiakový	142	254,8	2380,80	16,77	1126	58,7	78,7	-20,0
2002	Jačmeň jarný	122	193,9	1917,25	15,72	957	113,4	65,1	+48,3
2002/2003	Ďatelina lúčna	490	576,8	5876,05	11,99	3140	66,5	33,2	+33,3
2003/2004	Pšenica po ďateline	282	324,2	2117,55	7,51	1271	66,5	44,1	+22,4
2005	Hrach siaty	109	233,1	1696,50	15,56	907	44,6	93,3	-48,7
	Priemer	-	319,0	2639,85	12,38	1462	71,3	63,7	+7,6

Tabuľka 2: štatistické vyhodnotenie objemovej hmotnosti pôdy (redukovanej), vlhkosti pôdy v hmotnostných percentách a vlhkosti pôdy v objemových percentách v rokoch 2000 – 2005

Faktor		OHR	Vlhkosť (hmot. %)	Vlhkosť (objem. %)
Termín	SS	0,007	40,20	154,58
	F	0,091	14,53 **	18,61 **
Systém	SS	0,056	0,12	24,85
	F	7,19 *	0,04	2,99
Rok	SS	0,155	280,30	903,50
	F	3,95 *	20,26 **	21,76 **
Vrstva	SS	0,169	1,60	53,44
	F	10,77 **	0,29	3,21
Termín x systém	SS	0,001	0,80	2,24
	F	0,13	0,29	0,27
Termín x rok	SS	0,064	663,07	1522,83
	F	1,63	47,93 **	36,67 **
Termín x vrstva	SS	0,06	13,07	36,28
	F	0,47	2,36	2,18
Systém x rok	SS	0,042	34,31	111,86
	F	1,07	2,48	2,69
Systém x vrstva	SS	0,002	0,63	0,18
	F	0,12	0,11	0,01
Rok x vrstva	SS	0,052	27,77	52,96
	F	0,67	1,00	0,63
Termín x systém x rok	SS	0,032	23,78	100,17
	F	0,81	1,71	2,41
Termín x systém x vrstva	SS	0,012	3,83	7,44
	F	0,79	0,69	0,44
Termín x rok x vrstva	SS	0,066	14,71	39,98
	F	0,84	0,53	0,48
Systém x rok x vrstva	SS	0,041	14,88	46,06
	F	0,52	0,53	0,55
Zvyšok	SS	0,078	27,66	83,03
Celkom	SS	0,789	1146,79	3139,46

Tabuľka 4.: Úroda sušiny, vlahová spotreba a vlahová zabezpečenosť plodín v integrovanom a low input systéme

Rok	Plodina	Úroda		kg sušiny na 1 mm zrážok	Vlahová spotreba		kg sušiny na 1 mm vlahovej spotreby	Vlahová potreba	Vlahová zabezpečenosť	
		skutočná	sušiny		na 1 deň	za vegetáciu			za vegetáciu	%
Ekologický systém										
2000	Pšenica po hrachu	5,60	12,95	39,12	1,299	358,4	36,13	240	+118,4	149,3
2001	Ľulok zemiakový	27,78	9,50	37,28	1,744	247,6	38,37	200	+147,6	123,8
2002	Jačmeň jamý	5,25	10,35	53,38	1,793	218,8	47,30	200	+18,8	109,4
2003	Dateľina lúčna	38,88	30,13	52,24	1,235	605,2	49,79	680	-74,8	89,0
2004	Pšenica po d'ateline	4,99	11,52	35,53	1,226	345,7	33,32	240	+105,7	144,0
2005	Hrach siaty	3,12	6,87	29,47	1,818	198,2	34,66	200	-1,8	99,1
	Priemer	14,27	13,55	41,17	1,519	328,98	39,93	293,33	52,32	119,10
Konvenčný systém										
2000	Pšenica po hrachu	5,82	13,45	40,63	1,237	341,5	39,39	240	+101,5	142,3
2001	Ľulok zemiakový	31,11	13,64	53,53	1,654	234,8	58,09	200	+34,8	117,4
2002	Jačmeň jamý	5,05	9,95	51,32	1,985	242,2	41,08	200	+42,2	121,1
2003	Dateľina lúčna	44,54	34,31	59,48	1,245	610,1	56,24	680	-66,9	89,7
2004	Pšenica po d'ateline	5,79	13,39	41,30	1,229	346,6	38,63	240	+106,6	144,4
2005	Hrach siaty	3,34	7,35	31,53	1,692	184,4	39,86	200	-15,6	92,2
	Priemer	16,52	15,91	47,98	1,507	338,45	47,20	303,97	34,99	122,12

VPLYV OBRÁBANIA PÔDY A HNOJENIA NA ÚRODU PŠENICE LETNEJ FORMY OZIMNEJ

Effect of tillage and fertilization on yield of winter wheat

ROMAN BREZINA – RICHARD POSPIŠIL

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre – FAPZ, Katedra rastlinnej výroby

This paper is aimed to determine and analyze the impact of tillage, nutrition and fertilization on yield of winter wheat grown at the experimental site of SUA in Nitra - Dolna Malanta. Field experiments of winter wheat was established in the 2010/2011 periods with three fertilization treatments in three repetitions using the tillage method and maintaining randomness. The highest yield was recorded in treatment mization method with application of industrial fertilizers. The lowest yield was achieved on the minimization method without application of industrial fertilizers.

Key words: winter wheat, yield, tillage, nutrition and fertilization

ÚVOD

K základným zložkám pestovateľskej technológie patrí technológia obrábania pôdy (Molnárová, Kubištová, 2004). Ak chceme dosiahnuť ekonomicky únosnú úrodu po kvalitatívnej a kvantitatívnej stránke musíme venovať veľkú pozornosť obrábaniu pôdy vo vzťahu k nasledujúcim pracovným operáciám (Miština – Bušo, 2005).

Základné obrábanie pôdy závisí od viacerých faktorov, ako sú predplodiny, dĺžky medziporastového obdobia a agroekologických podmienok. Základnou požiadavkou je dobre uľahnutá pôda, ktorá zabezpečí dobrú poľnú vzhádzavosť, a popri prípade prezimovanie porastu. Spôsob prípravy závisí od predplodiny, stupňa zaburinenosti a stavu pôdy v čase orby (Molnárová, Kubištová, 2004).

Snahou každého poľnohospodárskeho subjektu je dosiahnuť čo najvyššiu efektívnosť každého opatrenia v rastlinnej výrobe, čo sa v konečnom dôsledku prejaví v rentabilite hospodárenia. Náklady na hnojenie predstavujú z celkových nákladov v poľnohospodárskej výrobe 14 – 40 % v závislosti od štruktúry pestovania plodín, intenzity výroby a stavu zásobenosti pôd živinami. Z uvedeného vyplýva, že náklady na hnojivá predstavujú značný podiel nákladov a ich racionálnym používaním je možné značne ovplyvniť celkovú rentabilitu poľnohospodárskeho podniku. Efektívnosť tej istej dávky hnojív je v rôznych podnikoch rozdielna a zvyšovaním intenzity hnojenia sa mení aj v tom istom podniku. Preto je nevyhnutné sústavne sledovať rentabilitu používaných hnojív, aby sa včas mohli urobiť opatrenia na zabezpečenie primeranej efektívnosti aplikovaných dávok priemyselných a organických hnojív (Fecenko, Ložek, 2000).

Pšenica letná forma ozimná reaguje na výživu a hnojenie značným prírastkom úrody. Dusík je potrebné aplikovať tak, aby bol jeho príjem zabezpečený počas celého vegetačného obdobia a najmä v tých etapách organogenézy a rastových fázach, ktoré sa v rozhodujúcej miere podieľajú na tvorbe zrna. Dávka dusíkatej výživy sa rozdeľuje na: základnú (1/5 celkovej dávky, aplikácia pred sejbou), regeneračnú (2/5 z celkovej dávky, na regeneráciu porastu skoro na jar), produkčnú (2/5 z celkovej dávky, aplikuje sa v rastovej fáze steblovania) a kvalitatívna (je dávka navyše do 15 kg.ha⁻¹ č.ž.). Pri výžive a hnojení dusíkom berieme do úvahy obsah N_{an} v hĺbke 0,30 m pri základnom a regeneračnom hnojení a 0,60 m pri produkčnom hnojení. Fosforečné a draselné hnojivá sa zapracujú do pôdy pri základnej príprave pôdy, najlepšie vo forme superfosfátu a draselnej soli. Pred hnojením odoberieme pôdne vzorky z hĺbky 0,30 m a zistíme obsah P a K v pôde. Pri dobrej zásobe zapracujeme toľko živín koľko sa odčerpá. Pri malej a strednej zásobe živín zapracujeme 1,5 násobok odčerpaného množstva (Molnárová et al., 2009).

MATERIÁL A METÓDA

Sledovali sme vplyv rôznych spôsobov obrábania pôdy a výživy a hnojenia na úrodu pšenice letnej formy ozimnej. V poloprevádzkovom pokuse bola použitá odroda Bertold. Táto odroda bola registrovaná na Slovensku v roku 2010. Bertold je stredne skorá, bezostitá odroda pšenice ozimnej stredného vztaru, s priemernou výškou rastlín 1010 až 1120 mm a vyznačuje sa dobrou odnožovacou schopnosťou. Odolnosť proti poliehaniu má strednú (4,1 – 7,6). Odroda má paralelný tvar klasu, hustý a stredne dlhý, s výskytom dlhých ostínok na vrchole klasu. Farba klasu je biela. Zrno má stredne veľké až veľké, s HTZ 48,8 – 49,2 g. Odroda Bertold má veľmi dobrú odolnosť proti vyzimovaniu a je tolerantná na suchšie podmienky pestovania. Odolnosť proti múčnatke trávovej, hrdzi pšeničnej a komplexu listových škvrnitostí pšenice má strednú. Odroda sa vyznačuje dobrou rezistenciou proti hrdzi plevovej, bieloklasosti a proti klasovým škvrnitostiam pšenice. Odroda Bertold má potravinársku kvalitu hodnotenú stupňom 8,3. Má vysoký obsah dusíkatých látok a vysoký obsah kvalitného lepku. Vyznačuje sa stabilným číslom poklesu. Odroda Bertold je vhodná najmä na pestovanie v kukuričnej a repnej výrobnjej oblasti. Optimálna doba sejby je od 25. septembra do 15. októbra.

Nie je citlivá na predplodiny a bežne používané herbicidy a fungicidy. Odporučený výsevok je 4,2 – 4,5 mil. klíčivých zrn na hektár.

Poľný polyfaktorový pokus s odrodou pšenice letnej f. ozimnej bol založený na Experimentálnej báze FAPZ SPU na Dolnej Malante v pestovateľskom ročníku 2011. Pokus bol realizovaný pri troch variantoch hnojenia v troch opakovaníach, metódou delených blokov pri dodržaní náhodnosti podľa Ehrenbergerovej (1995).

Výskumno - experimentálna báza SPU je súčasťou územia, ktoré sa nachádza v dolnej časti povodia Selenec a jeho prítokov, ktoré patria do strednej časti rieky Nitra. Dolná Malanta sa zaraďuje do hnedozemnej oblasti. Hlavnou pôdnou jednotkou je hnedozem pseudoglejová na sprašových a polygénnych hlinách. Pôda je bez skeletu (obsah skeletu v povrchovom horizonte do hĺbky 0,6 m pod 10 %), stredne ťažká (hlinitá) pôda. Hnedozem je v podorniči ílovitá. Obsah humusu v ornici je stredný (1,78 - 2,21 %). Ornica je hrudkovitej štruktúry, tmavohnedej až sivohnedej farby. Ornica siaha do hĺbky od 0,20 až do 0,28 m. Hliny sa v ornici vyznačujú s postupným až zreteľným prechodným horizontom. Aluviálny horizont siaha do hĺbky 0,48 – 0,98 m, je výrazne hrdzavohnedej farby, hlinitý až ílovito hlinitý s ojedinelými výskytmi škvŕn železa a mangánu. Prechodný horizont dosahuje hĺbku 0,47 – 0,63 m, je nahrdzavý až tmavohnedý, hlinitý až ílovito-hlinitý s humusovými zárodkami, nevýraznej hrudkovitej štruktúry. Ornica hnedozeme má obsah humusu od 1 do 1,85 %, je to mierne humózne pôda. Podorničie s obsahom humusu od 0,5 do 0,7 %, je slabo humózne. Humus je humátovo-fulvátového typu. Obsah fosforu sa vyznačuje strednou zásobou (41 - 81 mg. kg⁻¹ pôdy), draslík dobrou zásobou (210 - 232 mg. kg⁻¹ pôdy). Pôdna reakcia je kyslá až slabo kyslá, pH 5,03 - 5,67 (Hanes et al., 1993).

Pokusné územie je zaradené a charakterizované podľa Šišku, Repu a Špánika (1997) ako makrooblasť teplá, s teplotnou sumou $t > 10$ °C, v rozpätí 3100- 2400 °C, s priemerným ročným úhrnom zrážok 561 mm, za vegetačné obdobie 333 mm, priemernou ročnou teplotou 9,7 °C. Základné meteorologické údaje o priebehu počasia v jednotlivých pestovateľských ročníkoch (2009/2010 a 2010/2011) boli merané na Agrometeorologickej stanici pri Katedre biometeorológie a hydrológie, Fakulty záhradníctva a krajinného inžinierstva SPU v Nitre. Experimentálna báza Dolnej Malanty sa nachádza v nadmorskej výške 175 až 180 m.n.m..

Sledované faktory pokusu:

Faktor 1: Obrábanie pôdy

O 1 – konvenčný (stredne hlboká orba - 0,25 m),

O 2 – redukovaný (plytká orba - 0,15 m),

O 3 – minimalizačný (tanierovanie - 0,10 m).

Faktor 2: Hnojenie:

H1 – bez hnojenia,

H2 – racionálne hnojenie (bilančné) na priemernú úrodovú hladinu,

H3 – hnojenia priemyselnými hnojivami (bilančné) + zapravenie pozberových zvyškov.

Hnojenie sa vykonáva bilančnou metódou s následným racionalizovaným prihnojovaním na úrodovú bilanciu pšenice letnej f. ozimnej (*Triticum aestivum* L.) 6 t.ha⁻¹.

Živiny ako dusík, draslík a fosfor, boli aplikované v priemyselných hnojivách (N – liadok amónny s vápencom, P – jednoduchý superfosfát, K – 60 % - na draselná soľ).

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Úroda hlavného produktu pšenice letnej formy ozimnej predstavuje zrno pšenice. Vzorok boli odobraté z výskumno - experimentálnej bázy Dolná Malanta 11. 7. 2011 a následne spracované a vyhodnocované na Katedre rastlinnej výroby SPU v Nitre. Dosažené úrody zrna, ako hlavného produktu v pestovateľskom ročníku 2011 sú v tabuľke 1.

Priemerná úroda za všetky varianty obrábania pôdy (O1, O2, O3) a hnojenia (H1, H2, H3) bola 8,81 t.ha⁻¹. Najvyššiu priemernú úrodu 9,59 t.ha⁻¹ (Tab. 1) sme dosiahli na minimalizačnom spôsobe obrábania pôdy (O3) a naopak najnižšiu priemernú úrodu 8,37 t.ha⁻¹ za všetky varianty hnojenia pri konvenčnom spôsobe obrábania pôdy (O1). Pri redukovanom spôsobe obrábania pôdy (O2) bola zaznamenaná priemerná úroda 8,48 t.ha⁻¹.

Najvyššia úroda pšenice letnej f. ozimnej (10,06 t.ha⁻¹) bola pri minimalizačnom spôsobe obrábania pôdy (O3) na variante hnojenie H3, kde sme použili priemyselné hnojivá + pozberové zvyšky. Najnižšia úroda zrna pšenice letnej formy ozimnej (7,15 t.ha⁻¹) bola zaznamenaná pri redukovanom spôsobe obrábania pôdy (O2) na variante bez hnojenia (H1).

Pri konvenčnom spôsobe obrábania pôdy (O1), bola dosiahnutá najvyššia úroda 8,88 t.ha⁻¹ na variante bez hnojenia (H1) a naopak najnižšia na variante hnojenia kde boli aplikované priemyselné hnojivá plus pozberové zvyšky (H3) – 7,51 t.ha⁻¹.

Najvyššia úroda zrna bola stanovená pri redukovanom spôsobe obrábania pôdy (O2) na variante hnojenia H2 (priemyselné hnojivá) – 9,51 t.ha⁻¹. Najnižšia úroda bola na redukovanom spôsobe obrábania pôdy na variante bez hnojenia (H1) – 7,15 t.ha⁻¹.

Pri minimalizačnom spôsobe obrábania pôdy (O3) sme dosiahli najvyššiu úrodu na variante hnojenia H3 (priemyselné hnojivá + pozberové zvyšky) – 10,06 t.ha⁻¹. Najnižšia úroda 8,87 t.ha⁻¹, bola zistená na variante hnojenia H1 (variant bez hnojenia).

V priemere za jednotlivé varianty obrábania, bola dosiahnutá najvyššia úroda zrna pšenice letnej formy ozimnej 9,59 t.ha⁻¹ pri minimalizačnom spôsobe obrábania O3, kde bolo použité tanierové náradie do hĺbky 0,10 m. Naopak najnižšia úroda zrna 8,34 t.ha⁻¹, bola pri konvenčnom spôsobe obrábania pôdy (O1), kde bol použitý pluh z odhrňovačkou do hĺbky 0,25 m. Na variante obrábania pôdy O2 (redukovaný spôsob – plytká orba do hĺbky 0,15 m), bola priemerná úroda 8,47 t.ha⁻¹ za všetky tri varianty hnojenia (H1, H2, H3). Verhulst et al., (2011) zistil, že pri minimalizačnom spôsobe obrábania pôdy (v našom prípade O3) s ponechaním pozberových zvyškov bol typicky pomalší počiatočný rast pšenice letnej f. ozimnej ako pri konvenčnom obrábaní pôdy (O1). Pomalší počiatočný rast pšenice bol však vykompenzovaný jej zvýšeným výkonom v neskorších rastových fázach so zásadným vplyvom na konečnú produkciu fytohmoty a zrna. Toto zistenie sa v našom prípade potvrdilo. Na minimalizačnom variante obrábania O3 a variante hnojenia H3 (priemyselné hnojivá + pozberové zvyšky) sme dosiahli vyššiu úrodu o 2,55 t.ha⁻¹ v porovnaní s konvenčným spôsobom obrábania pôdy (O1) na tom istom variante hnojenia H3.

Priemerné úrody za jednotlivé varianty hnojenia boli v rozmedzí od 8,30 t.ha⁻¹ (H1) do 9,35 t.ha⁻¹ (H2). Na variante hnojenia H3 bola dosiahnutá priemerná úroda 8,78 t.ha⁻¹ za jednotlivé varianty obrábania (O1, O2, O3). Výsledky Bakhta et al., (2009) poukazujú, že návrat pozberových zvyškov do pôdy zvyšuje úrodu zrna pšenice letnej f. ozimnej. Výsledky boli potvrdené na variante obrábania O3, kde bola dosiahnutá najvyššia úroda na variante hnojenia H3 (priemyselné hnojivá + pozberové zvyšky) v porovnaní s variantom H1 a H2.

ZÁVERY

Pri pšenici letnej formy ozimnej odrody Bertold bola za všetky varianty obrábania, ročníky a všetky varianty hnojenia dosiahnutá priemerná úroda zrna 8.81 t.ha⁻¹.

Pri minimalizačnom spôsobe obrábania pôdy bola zaznamenaná najvyššia priemerná úroda zrna pšenice letnej formy ozimnej za všetky tri varianty hnojenia.

Najnižšia úroda zrna bola pri konvenčnom obrábaní pôdy pluhom do hĺbky 0,25 m.

Na variantoch pri redukovanom spôsobe obrábania a pri minimalizačnom spôsobe obrábania pôdy sme zaznamenali pozitívny efekt hnojenia. V oboch prípadoch boli najnižšie úrody na nehnojených variantoch (H1).

Úroda zrna pšenice letnej formy ozimnej bola najvyššia (10,06 t.ha⁻¹) pri minimalizačnom spôsobe obrábania pôdy (O3) na variante hnojenia priemyselnými hnojivami so zapracovaním pozberových zvyškov (H3) a najnižšia pri redukovanom spôsobe obrábania pôdy (O2) na variante bez hnojenia (H1) na úrovni 7,15 t.ha⁻¹.

LITERATÚRA

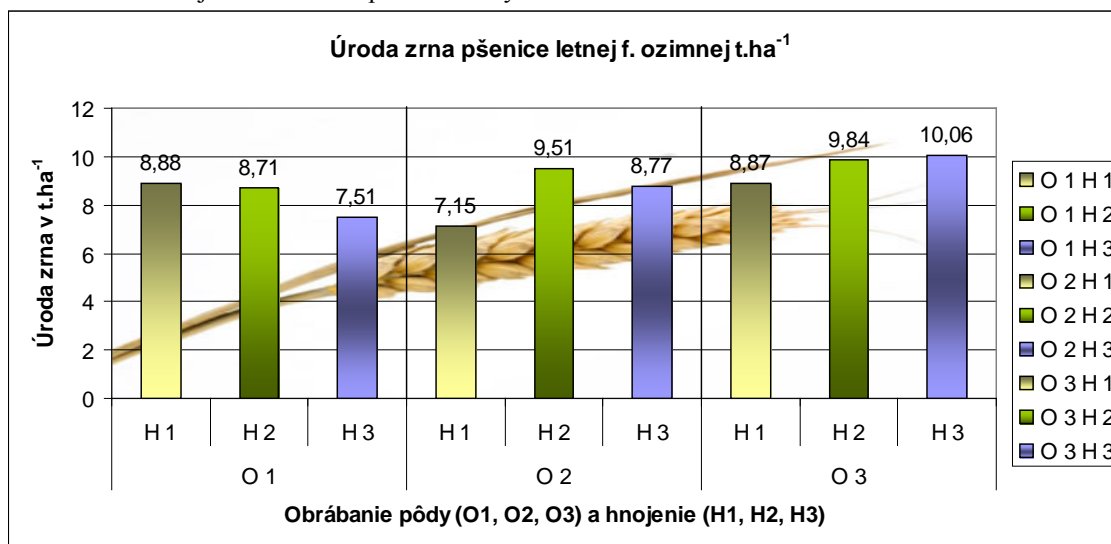
- BAKHT, J. – SHAFI, M. – JAN, M.T. – SHAH, Z. 2009. Influence of crop residue management, cropping system and N fertilizer on soil N and C dynamics and sustainable wheat (*Triticum aestivum* L.) production. In *Soil & Tillage Research*, vol. 104, 2009, no. 2, p. 233-240. ISSN 0167-1987.
- EHRENBERGEROVÁ, J. 1995. *Zakladaní a hodnocení pokusu*. Brno MZLU, 1995, s. 109. ISBN 80-7157-153-9.
- FECENKO, J. – LOŽEK, O. 2000. *Výživa a hnojenie poľných plodín*. Nitra: SPU, 2000., ISBN 80-7137-777-5.
- HANES, J.- MUCHA, V.- SISÁK, P.- SLOVÍK, R. 1993. *Charakteristika hnedozemnej pôdy na výskumno – experimentálnej báze AF VŠP Nitra, Dolná Malanta*. Nitra: VŠP, 1993, s. 29, ISBN 80-7137-097-5.
- MIŠTINA, T.- BUŠO, R. 2005. Vplyv rôzneho obrábania pôdy na úrodu pšenice letnej formy ozimnej. In *Realizácia poznatkov vedy a výskumu k trvalodržateľnému poľnohospodárstvu: Zborník referátov z vedeckej konferencie s medzinárodnou účasťou* Michalovce, 5. – 6. októbra 2005, Piešťany: VÚRV, s. 104-111, ISBN 80-88790-40-9.
- MOLNÁROVÁ, J. – KUBIŠTOVÁ, S. 2004. Economical efficiency of nourishment of barley. 9-th International Scientific Days of Agricultural Economics, Gyongyos, MR, CD, ISBN 963-214-313-2 (0,8).
- MOLNÁROVÁ, J. – ILLÉŠ, L. – ŽEMBERY, J. 2009. *Rastlinná výroba I*. Nitra: SPU, 2009, ISBN 978-80-552-0194-8.
- ŠIŠKA, B. – REPA, Š. – ŠPÁNIK, F. 2002, 2003, 2004. *Agronomické charakteristiky rokov 2002, 2003, 2004 v Nitre*. VES SPU, 2002, 2003, 2004, s. 45. ISBN 80-7137-362-1.

VERHULST, N. – GOVAERST, B. – NELISSEN, V. – SAYRE, K. D. – CROSSA, J. – REAS, D. – DECKERS, J. 2011. The effect of tillage, crop rotation and residue management on maize and wheat growth and development evaluated with an optical sensor. In *Field Crop Research*, 2011, no. 120, p. 58-67. ISSN 0378-4290.

Tabuľka 1: Priemerné úrody zrna pšenice letnej formy ozimnej v t.ha⁻¹ v pestovateľskom ročníku 2011

Obrábanie pôdy	Hnojenie	Úroda v t.ha ⁻¹
O1	H1	8,88
	H2	8,71
	H3	7,51
	<i>priemer</i>	8,37
O2	H1	7,15
	H2	9,51
	H3	8,77
	<i>priemer</i>	8,48
O3	H1	8,87
	H2	9,84
	H3	10,06
	<i>priemer</i>	9,59

Obrázok 1: Úrody zrna pšenice letnej formy ozimnej na jednotlivých variantoch obrábania a hnojenia v t.ha⁻¹ za pestovateľský ročník 2011



Obrábanie pôdy: O1 – konvenčné, O2 – redukované, O3 – minimalizačné

Hnojenie: H1 – bez hnojenia, H2 – priemyselné hnojivá, H3 – priemyselné hnojivá (bilančné) + pozberové zvyšky

ZLEPŠENIE DRUHOVEJ DIVERZITY TRÁVNÝCH PORASTOV: NÁVRH NA STANOVENIE MINIMÁLNEJ ÚROVNE

Grassland species diversity improvement: a proposal to determine its minimum level

NORBERT BRITANĀK – ĽUBOMÍR HANZES – IVETA ILAVSKÁ

Centrum výskumu rastlinnej výroby Piešťany – Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva Banská Bystrica – Regionálne výskumné pracovisko Poprad

Many inappropriate human activities have negative effects on the environment either whole or its compartments. When, due to environmental change, we are able to calculate a maximum probability survivorship of plants from a given community. If such harmful conditions are stopped then we could be able to calculate reverse a minimum level of increment of plant species. As we have explained on two mountain pastures, wrong graze management (overgrazing and under-grazing) can harm (decrease) plant species diversity in the grasslands. We have found the plant species diversity due to exclusion of grazing and its replacement by mowing was increased. Within a four-year period, we observed an increasing in plant species diversity by 56.25% and 104.35% on overgrazed and under-grazed grassland, respectively. This increment is higher than theoretically calculated value of 27.39%. Such approach can be used in restoration ecology as a measurement of the success of restoration.

Key words: loss/gain of plant species, pastures, restoration ecology, pasture

ÚVOD

Z globálneho hľadiska je chovu hospodárskych zvierat podriadených 70% poľnohospodárskej pôdy a 30% zemského povrchu. Celková plocha pasienkov dosahuje 26% (bez započítania plochy suchozemských ľadovcov) a na 33% ornej pôdy sa pestujú krmoviny (FAO, 2006). Pri primeranom zaťažení, má každé hospodárske zviera špecifický, selektívny vplyv na spásaný trávny porast. Avšak pri nadmernom pasení všetkých druhov a kategórií zvierat je výsledok rovnaký: v poraste sa rozširujú komprimofilné rastliny a druhy s prízemnou listovou ružicou (Ausden, 2007; Gibson, 2009). Pasienky, ako ekosystém s vysokou diverzitou, sú najmä v Európe ohrozené opúšťaním (FAO, 2006). Na Slovensku do roku 1989 bola poľnohospodárska výroba, so silným zastúpením živočíšnej výroby, typická intenzifikáciou. Po roku 1994 nastala v slovenskom poľnohospodárstve silná extenzifikácia. Oba protipóly môžu a majú negatívny vplyv na trvalé trávne porasty. Ak vieme stanoviť (negatívny) dopad vplyvu človeka na druhovú pestrosť ekosystémov, potom môžeme predpovedať minimálnu úroveň, na ktorú by sa mala rozvinúť v prípade, že sa eliminuje/zmierni tento antropogénny dopad? Uvedené je predmetom tohto príspevku.

MATERIÁL A METÓDA

Záujmové územie sa nachádza v katastri obce Liptovská Teplička v ochrannom pásme Národného parku Nízke Tatry. Vybrali sme dve stanovišťa, ktoré mali spoločné črty, a to: v dôsledku selektívneho pasenia oviec na nich došlo k rozvoju nežiaducich druhov tráv, ktoré dominovali trávny porastom. Prvým stanovišťom bol krajinný celok Terasy (nadmorská výška od 980 po 1047 m) a druhým stanovište Panská hoľa (nadmorská výška od 1310 do 1429 m). Na oboch stanovištiach sa vybral homogénny trávny porast, s rovnorodou štruktúrou, rovnakými biologickými charakteristikami a jednotným hospodárskym využívaním, poprípade s jednotnými požiadavkami na ochranu prírody. Na takto definovaných a vymedzených porastoch sa vybuďovalo stacionárne odberové miesto o rozmeroch 2 × 2 m. Na tomto priestore sa vykonala vstupná (v roku 2002) a výstupná (rok 2005) inventarizácia druhov. Zároveň sa pred založením experimentu vykonali botanické zápisy v rámci krajinného priestoru po dlhšej z diagonál, aby sa trávne porasty zaradili do konkrétnych zväzov (detailný zoznam rastlinných druhov je v práci Hanzes, 2008). Trávny porast na stanovišti Terasy bol zaradený do zväzu *Arrhenatherion* W. Koch 1926. Tomuto stanovištiu, s južnou orientáciou a s vysokou svahovitosťou hrozilo, že dlhšiu dobu zostane vo fáze s dominanciou tráv *Calamagrostis varia* a *Brachypodium pinnatum*. Obe tieto trávy predstavujú vyššie štádia sukcesie, avšak dokážu účinne eliminovať prienik drevín, aby vznikla lesná vegetačná štruktúra – konečná, klimaxová vegetačná štruktúra v miernom pásme. Dominanciu uvedených tráv podporilo sporadické, najmä však selektívne pasenie ovcami. Tým, že tu dominovali vysoké trávy (na terasovitej forme antropogénneho reliéfu) a dochádzalo k rozširovaniu sa krovitej vegetácie (napr. *Juniperus* sp. a *Rosa* sp. – na medziach krajinného celku) vykazovala vegetácia známky pustnutia. Celkovo trávny porast pozostával zo 68 druhov rastlín (bez započítania krov *Juniperus* a *Rosa*). Na stanovišti Panská hoľa bol porast klasifikovaný ako zväz *Nardo-Agrostion tenuis* Sillinger 1933. Na tomto stanovišti v prechádzajúcom režime, na základe direktívneho spôsobu riadenia veľkého poľnohospodárskeho podniku, sa páslí ovce. V období pred kolektivizáciou sa tento krajinný celok využíval ako senníková lúka. Selektívnym pasením oviec sa podporil rozvoj ďalšieho nežiaduceho trávneho druhu *Deschampsia caespitosa*. Tento druh nadobudol dominanciu, na rovinatých častiach až monokultúru. Výrazný trs tohto druhu spôsobuje náročný pohyb nielen pre iné hospodárske

zvieratá, ale a pre mechanizačné prostriedky. Navyše pohyb zvierat sa koncentruje do prítí pomedzi trsy, kde močia a kalia a následne tak menia stanovište z oligotrofného na eutrofné. Eutrofné stanovištia bývajú zaburinené a z hľadiska sukcesie sú bližšie orným pôdam, než trávny porastom. Celkovo trávny porast pozostával zo 48 druhov, ktoré rástli nad hornou hranicou lesa. Pôdne charakteristiky pred založením pokusu sú uvedené v tabuľke 1. Vylúčením pasenia sa rôznych druhov a kategórií hospodárskych zvierat, ako aj zmenou z pasienkového využívania na kosné, predpokladáme, že sa podarí vytvoriť druhovo bohaté trávne spoločenstvá.

Tilman and Lehman (2001) použili na stanovenie maximálne pravdepodobného prežitia druhov vzťah, ktorým možno vypočítať prežitie druhov z daného spoločenstva v dôsledku človekom podmienených environmentálnych zmien:

$$2^{-n} \pi^{n/2} / (n/2)!$$

kde n je počet environmentálnych podmienok ktoré sa zmenili a faktoriál pre nepárne číslo je vypočítaný na základe gama funkcie. Tým, že ide o multiplikatívny efekt, znamená to, že niekoľko malých zmien môže mať za následok výraznejší vplyv, než jedna veľká zmena v podmienkach prostredia. Navyše ich vzájomnou kombináciou môžu byť dôsledky obrovské. Napríklad ak zmena nastala len vo dvoch environmentálnych podmienkach, z pôvodného spoločenstva môže maximálne prežiť 78,5% druhov, ale ak došlo k zmene ôsmich podmienok maximálne môže prežiť len 1% druhov (Tilman and Lehman, 2001). My sme v tomto vzťahu vymenili delenca i deliteľa s tým cieľom, aby sme získali minimálnu úroveň, na ktorú by malo dôjsť k rozvoju druhovej diverzity trávnych spoločenstiev:

$$(n/2)! / 2^{-n} \pi^{n/2}$$

V sledovaných trávnych porastoch stanovil sa počet druhov, ktoré prenikli do porastu ($G \times 100 / (S_1 + S_2)$) (1/2), ale aj počet druhov, ktoré v dôsledku kosného využívania z porastov ustúpili ($L \times 100 / (S_1 + S_2)$) (1/2). Vypočítal sa aj celkový obrat druhov ($100 \times (G + L) / (S_1 + S_2)$) (Yang *et al.*, 2012). Na základe prítomnosti a absencie druhov na začiatku a na jeho konci sa vypočítal Jaccardov index kvalitatívnej podobnosti: $c / (a + b - c)$, kde c je počet spoločných druhov; a , b je počet druhov jedinečných pre jednu z dvoch porovnávaných botanických snímkov. Výsledné hodnoty sa pohybujú v ohraničenom intervale od 0 (žiadna podobnosť medzi snímkami) až po hodnotu 1,00 (porovnávané snímky sú identické) (Moravec *et al.*, 1994).

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Vylúčenie pasenia oviec a jeho nahradenie kosením malo za následok posun v druhovom zložení trávnych porastov, ako aj prienik ďalších druhov rastlín do sledovaných porastov. Prevrátenie maximálne pravdepodobného prežitia (Tilman and Lehman, 2001) rastlín, t.j. minimálna úroveň pre prienik nových druhov a tým aj zlepšenie druhovej diverzity, vypočítané pre človekom podmienené dve environmentálne zmeny poukazuje na hodnotu 1,2739 (resp. 127,39%). Z uvedeného vyplýva, že v sledovaných podmienkach malo dôjsť k zlepšeniu druhovej diverzity minimálne o viac ako 27,39%. Na stanovišti Panská hoľa bol zaznamenaný nárast o 56,25% (zo 16 na 25) a na stanovišti Terasy až o 104,35% (z 23 na 47 druhov rastlín). Sú to len dva príklady, ktoré bude potrebné ešte otestovať a následne v praxi, zameranej na ochranu a krajínovtvorbu, aplikovať.

Kosením sa odstránila všetka vytvorená nadzemná fytoforma. Stanovište Terasy bolo v minulosti využívané extenzívne a stanovište Panská hoľa rovnako extenzívne, avšak v spojení s eutrofizáciou. V oboch prípadoch došlo k akumulácii živín. Dokladom toho je najvyššia produkcia sušiny práve v prvom roku experimentu (Terasy: 3,79; Panská hoľa: 4,38 t.ha⁻¹). Pri saturácii požiadaviek rastlín na živiny (sprevádzanou patričným nárastom produkcie nadzemnej fytoformy) sa limitujúcou živinou stáva svetlo, ktorého nedostatok znižuje druhovú diverzitu (Hautier *et al.*, 2009). Aj preto v dôsledku kosenia (neselektívna predácia) došlo k rozvoju druhovej pestrosti (primárnych producentov) sledovaných trávnych porastov. Uvedené dokladuje vždy vyšší percentuálny nárast druhov než ich ústup z porastu. Zvýšenie o 28 druhov rastlín na stanovišti Terasy znamená 20% nárast vo flóre. Na stanovišti Panská hoľa bolo toto zvýšenie miernejšie. Sledovaný porast sa obohatil len o 10 druhov, čo v percentuálnom vyjadrení predstavuje hodnotu 12,20. Z porovnania iniciálneho roku s posledným rokom vyplýva, že z porastu ustúpil len *Geranium sylvaticum*, čo je jeden z indikátorov eutrofného stanovišťa. Tento jeden druh predstavoval zníženie flóry o 1,22%. Celkový obrat druhov na stanovišti bol na úrovni 26,83%. Na stanovišti Terasy z pôvodného porastu ustúpili predovšetkým vysoké trávy (*Avenella flexuosa*, *Brachypodium pinnatum* a *Calamagrostis varia*) i termofilná vysoká bylina *Laserpitium latifolium*. Tieto štyri druhy predstavovali 2,86% zníženie diverzity flóry. Celkový obrat druhov dosahoval 45,71%.

Tabuľka 2 prináša informácie o vývoji kvalitatívnej podobnosti, vyjadrenou Jaccardovým indexom založením na prezencii/absencii druhov v dvoch porovnávaných botanických snímkach. Z hodnôt vyplýva, že vylúčenie pasenia (s čiastočným návratom živín na stanovišti) a kosným využívaním (neselektívne

odstránenie celej nadzemnej fytozostavy) dochádza v botanickom zložení k pozitívnym i negatívnym zmenám. Obe však treba posudzovať ako kladné: To, že po časovom priebehu štyroch rokov dochádza k zníženiu tohto indexu je spôsobené vyšším uvedeným prírastkom a úbytkom druhov zo sledovanej plochy. Ak v oboch porastoch prevládala kolonizácia, t.j. prírastok druhov, potom je nutné aj tento pokles vnímať pozitívne. Dôležité je aj porovnanie botanických snímok zo sledovanej plochy s transektom. Na oboch stanovištiach došlo v priebehu sledovaní k zvýšeniu tohto ukazovateľa, čo poukazuje na prínos nahradenia pasienka kosením pre tieto stanovišťa.

Len kosným využívaním dochádza k vy/odčerpaniu živín (Gibson, 2009). Preto je potrebné, aby sa trávne spoločenstvá v ďalšom období, na stabilizáciu druhového zloženia, využívali striedavo kosným a pasienkovým spôsobom, čo Hanzes (2008) aj navrhuje.

ZÁVERY

- Zámenou selektívneho pasienka za „neselektívne“ kosenie, vo využívaní marginálnych trávnych porastov, sa v priebehu štyroch rokov podarilo zlepšiť ich druhové zloženie.
- Dosiahlo sa to predovšetkým znížením dominance až elimináciou dominantných druhov, ktoré následne umožnili prienik hodnotných druhov do porastu.
- Výmenou delenca a deliteľa, vo vyššie uvedenom vzťahu, môžeme získať nástroj, ktorým možno definovať minimálnu úroveň rozvoja diverzity rastlinného spoločenstva pri zlepšenom obhospodarovaní a využívaní krajiny.
- Pre ďalší priaznivý vývoj druhového zloženia trávnych porastov, alebo jeho stabilizáciu, je potrebné zabezpečiť využitie kosným a pasienkovým spôsobom.

LITERATÚRA

- AUSDEN, M.: *Habitat management for conservation*. Oxford university press : Oxford, 2007, 411 s., ISBN 978-0-19-856872-8.
- FAO: *Livestock's long shadow: environmental issues and options*. FAO : Roma, 2006, 390 s., ISBN 978—2-5-105571-7.
- GIBSON, D.J.: *Grasses and grassland ecology*. Oxford university press : New York, 2009, 305 s. ISBN 978-0-19-852919-4
- HANZES, L.: Obhospodarovanie a využívanie trávnych porastov v horskom krajinnom celku Nízkyh Tatier. (Doktorandská dizertačná práca) SPU : Nitra, 2008, 142 s.
- HAUTIER, Y., NIKLAUS, P.A., HECTOR, A.: Competition for light causes plant biodiversity loss after eutrophication. *Science*, roč. 324, 2009, č. 5927, s. 636-638.
- MORAVEC, J., BLAŽKOVÁ, D., HEJNÝ, S., HUSOVÁ, M., JENÍK, J., KOLBEK J., KRAHULEC, F., KREČMER, V., KROPÁČ, Z., NEUHÄUSL, R., NEUHÄUSLOVÁ-NOVOTNÁ, Z., RYBNÍČEK, K., RYBNÍČKOVÁ, E., SAMEK, V., ŠTĚPÁN, J.: *Fytocenologie: náuka o vegetaci*. Academia : Praha, 1994, 2 vydanie 2000, 403 s., ISBN 80-200-0128-X.
- TILMAN, D., LEHMAN C.: Human caused environmental change: Impacts on plant diversity and evolution. In: *PNAS*, roč. 98, 2001, č. 30, s. 5433 - 5440.
- YANG, H., JIANG, L., LI, L., LI, A., WU, M., WAN S.: Diversity-dependent stability mowing and nutrient addition: evidence from a 7-year grassland experiment *Ecol Lett*, roč. 15, 2012, č. 6, s. 619-626.

Tabuľka 1: Vybrané agrochemické vlastnosti pôdy pred založením pokusov

Stanovište	pH	Humus	Nt	P	K	Mg
		g.kg ⁻¹		mg.kg ⁻¹		
Terasy	5,59	95,68	5,61	5,33	73,45	449,18
Panská hoľa	4,60	76,03	6,35	6,43	70,32	151,47

Tabuľka 2: Jaccardov index kvalitatívnej podobnosti

Porovnávaný rok s rokom alebo transektom		Stanovište	
		Terasy	Panská hoľa
2002	2005	0,3725	0,5769
2002	Transekt	0,3382	0,3333
2005	Transekt	0,4198	0,3774

SPÔSOB VÝSADBY A PRODUKČNÝ POTENCIÁL ENERGETICKEJ DREVINY RODU *SALIX* V PRVOM A DRUHOM TROJROČNOM ZBEROVOM CYKLE

Planting method and production potential of energy crop of genus *Salix* in the first and second three-year harvest cycle

NATÁLIA BROOŠOVÁ

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

Biomass is a promising source of renewable energy in Slovakia, as well as in the world. Agricultural biomass has the greatest energy potential. Source of biomass which is used for energy purposes is represented by fast growing willow vegetation. The aim of this paper is to determine the production potential of the fast growing willow Tora in the first and second three-year harvest cycle carried out at a research base in Koliňany village. During growing year 2012, we recorded selected production parameters. At the end of the growing season, a yield of biomass in individual plants and a yield in t.ha⁻¹ were determined.

Key words: *Salix*, biomass, production potential

ÚVOD

Biomasa predstavuje perspektívny obnoviteľný zdroj energie na Slovensku aj vo svete. Najväčší využiteľný energetický potenciál má poľnohospodárska biomasa. Energia z biomasy môže hrať dôležitú úlohu pri znižovaní emisií skleníkových plynov, pretože jej výroba je vo vzťahu k tvorbe skleníkových plynov neutrálna. Prínosom môže byť aj obhospodarovanie produkčne nevyužívaných plôch, ochrana pôdy a vodných zdrojov. Biomasu môžeme považovať aj ako nástroj na zvýšenie konkurencieschopnosti poľnohospodárstva, zvýšenie zamestnanosti a tvorbu nových pracovných miest. Predstavuje možnosť pre ekonomický rast vidieka a zvyšovanie kvality životného prostredia. Rastlinná biomasa sa využíva na výrobu tepelnej energie, vykurovanie, ohrev teplej vody alebo výrobu biopalív.

Zdroj biomasy, ktorý sa využíva na energetické účely, predstavujú porasty rýchlorastúcej vrbby. Ich veľkou výhodou je, že za pomerne krátky čas sú schopné dosiahnuť vysokú úrodu biomasy (Rosenqvist et al., 2000).

Pestovaniu rýchlorastúcich vrb sa na Slovensku venuje aj Katedra udržateľného rozvoja na Fakulte európskych štúdií a regionálneho rozvoja Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre. Na výskumnej báze v obci Koliňany sleduje produkčný a energetický potenciál energetickej dreviny rodu *Salix*.

Podporou obnoviteľných zdrojov energie sa zaoberá aj Európska únia a je to jeden z hlavných cieľov jej energetickej politiky. Spoločný rámec presadzovania energie z obnoviteľných zdrojov energie v Európskej únii sa ustanovuje Smernicou 2009/28/ES o podpore využívania energie z obnoviteľných zdrojov energie. Slovensko sa zaviazalo v tejto súvislosti dosiahnuť 14 % pokrytie hrubej konečnej energetickej spotreby z obnoviteľných zdrojov energie v roku 2020.

Cieľom príspevku je zistiť produkčný potenciál rýchlorastúcej vrbby rodu *Salix* - švédskej odrody Tora v prvom a druhom trojročnom zberovom cykle pri zvolenom spôsobe výsadby.

MATERIÁL A METÓDA

Charakteristika výskumnej lokality

Pokusná plocha, na ktorej je realizovaný výskum, je vzdialená od Nitry 12 km a nachádza sa v katastrálnom území obce Koliňany. Táto oblasť zapadá do mierne teplého a mierne vlhkého klimatického regiónu so sumou teplôt 2 200 až 2 500 °C. V tomto regióne je pravdepodobnosť suchého vegetačného obdobia 15 – 30 %. Ročný priemer zrážok sa pohybuje od 550 – 700 mm. Najchladnejší mesiac je január s priemernou teplotou - 1,7 °C. Najvyššia priemerná teplota je v júli 19,7 °C. Ročný dlhodobý klimatický normál je 9,7 °C. Povrch je rovinatý a často sa vyskytujú stredne skeletovité pôdy. Pôda na výskumnej báze je stredne ťažká a typ pôdy je fluvizem glejová. Priemerná hodnota pH na sledovanom pozemku je 7,26. Priemerný percentuálny obsah humusu je 1,8 % (Demo et al., 2011).

Rastlinný materiál

Vo výskume je zahrnutá energetická drevina rodu *Salix* odroda Tora (*S. schwerinii* x *S. viminalis*), ktorá je pôvodom kríženc sibírskej košíkárskej vrbby a švédskej odrody Orm. Je charakteristická menším počtom výhonov, odolnosťou voči hrdzi a menším výskytom škodcov napádajúcich vrcholy výhonov, nie je odolná voči mrazu, ale má schopnosť obnovy po poškodení mrazom (Demo et al., 2012).

Spôsob výsadby

Porast v prvom trojročnom zberovom cykle bol ručne vysadený v máji 2012 pomocou odrezkov dlhých 20 cm. Jednotlivé odrezky vyčnievali nad úroveň pôdy 3 cm, to znamená, že hĺbka výsadby odrezkov odrody

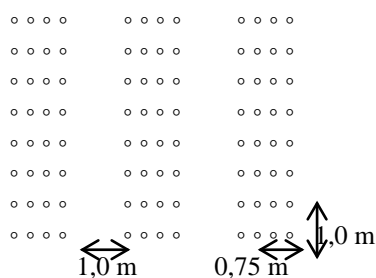
Tora bola 17 cm. Ošetrovanie porastu proti burinám sa uskutočňovalo ručne – okopávaním. Porast bolo z dôvodu ohrýzania lesnou zverou potrebné oplotiť. Ako uvádzajú Demo et al. (2011) poľná a lesná zver môže nielen na jar, ale aj počas neskorších fáz vegetačného obdobia konzumovať mladé listy a výhony vrúb, ktoré sú pre ne veľmi jemné a chutné.

Pokusná plocha, na ktorej sa nachádza *Salix* v prvom trojročnom zberovom cykle (obr. 1) má rozlohu 70 m² a bolo na nej vysadených 96 rastlín v troch štvorriadkoch. Rastliny sú vysadené v spone 1 m x 0,75 m. Šírka jedného štvorriadku je 2,25 m.

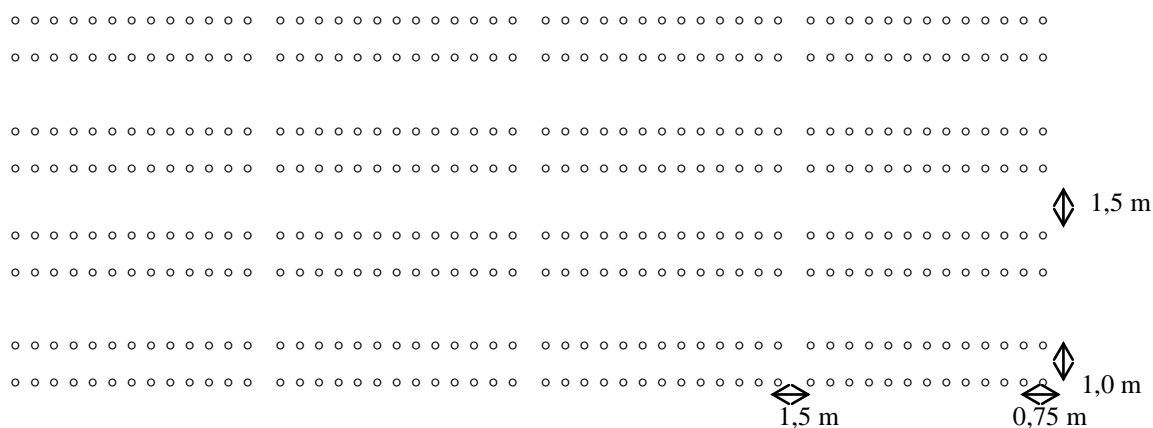
Pokusná plocha, na ktorej sa nachádza *Salix* v druhom trojročnom zberovom cykle (obr. 2) má rozlohu 435 m² a bolo na nej vysadených 416 rastlín v dvojriadkovom spone. Rastliny sú vysadené v spone 1 m x 0,75 m. Vzďialenosť medzi jednotlivými dvojriadkami je 1,5 m.

V porastoch je dôležitá ochrana pred zaburinením. Hlavne v prvom a druhom pestovateľskom roku udržiavame porasty na pokusných plochách v bezburinnom stave okopávaním a kosením medziriadkov.

Obrázok 1: Schéma porastu - prvý trojročný zberový cyklus *Salix* (vlastné spracovanie, 2013)



Obrázok 2: Schéma porastu - druhý trojročný zberový cyklus *Salix* (vlastné spracovanie, 2013)



Merané produkčné ukazovatele

Počas vegetačného obdobia sme sledovali produkčné ukazovatele rýchlorastúcej vrby odrody Tora. V prvom trojročnom pestovateľskom cykle sme 30 dní po výsadbe stanovili percento zakorenených odrezkov a počet vytvorených výhonov. Počet výhonov sme stanovili aj v poraste vytvorených v prvom roku druhého trojročného pestovateľského cyklu. Merania dĺžky a hrúbky výhonov v prvom a druhom trojročnom pestovateľskom cykle prebiehali v pravidelných dvojtýždňových intervaloch. Na meranie výšky bol použitý zvinovací meter. Hrúbku výhonov sme merali pomocou posuvného meradla s presnosťou 0,1 mm. Pri staršom poraste sme hrúbku merali vo výške 1 m, pri mladšom vo výške 60 cm. Na konci vegetačného obdobia sme stanovili úrodu biomasy u jedincov a prepočet úrody v t.ha⁻¹. Na stanovenie hmotnosti suchej nadzemnej biomasy sme z porastov odobrali vzorky výhonov. Vzorky z porastov boli rôznej hrúbky a približne 60 cm dlhé. Po prepravení do laboratória sme zo stredu vystrihli 10 cm dlhý výsek. Pomocou analytických váh s presnosťou 0,0001 g sme stanovili čerstvú hmotnosť týchto výsekov. Následne po vysušení pri teplote 105 °C sme odvážili suchú hmotnosť. Sušinu sme potom stanovili na základe rozdielu medzi čerstvou a suchou hmotnosťou.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Zakorenenosť odrezkov

V poraste prvého trojročného zberového cyklu sa z celkového počtu 96 vysadených odrezkov ujalo 92. Percento zakorenenia po výsadbe predstavuje 95,8 %. Dawson (2007) tvrdí, že pri optimálnych podmienkach

je možné dosiahnuť zakorenenosť viac ako 90 %. Po prvom vegetačnom období, v marci 2013, bol porast z dôvodu podpory rastu väčšieho počtu výhonov ručne zrezaný - spätný rez (obr. 3 a 4).

Obrázok :3 Výhony po spätnom reze Obr. 4 Porast vŕby tri mesiace po spätnom reze



Broošová, 2013

Broošová, 2013

Produkčné ukazovatele

V poraste prvého zberového cyklu sa nachádzalo 30 jednovýhonových jedincov, 53 dvojvýhonových a 7 trojvýhonových. Jedince, ktorých váhu, výšku a hrúbku sme merali, boli zrezané niekoľko centimetrov nad zemou. Pomocou závesnej váhy sme odvážili čerstvú hmotnosť jednotlivých rastlín. Váženie prebiehalo v zimnom období z dôvodu, že v tomto čase sa v rastlinách nachádza najmenšie množstvo vody. Priemerné hodnoty meraní jednotlivých vybraných jedincov v prvom a druhom trojročnom zberovom cykle uvádzame v tabuľke 1. Jandačka et al. (2007) uvádzajú, že výškový prírastok niektorých vŕb sa pohybuje od 2 do 3 m za rok.

Tabuľka 1: Produkčné ukazovatele *Salix* odroda Tora – Prvý a druhý trojročný zberový cyklus

Zberový cyklus	Opakovanie	Počet výhonov	Priemerná dĺžka výhonov [cm]	Priemerná hrúbka výhonov [mm]	Hmotnosť [kg]
Prvý vegetačný rok Prvý trojročný zberový cyklus	1	2	175	10,05	0,4
	2	2	212	13,56	0,5
	3	2	165	9,62	0,3
Prvý vegetačný rok Druhý trojročný zberový cyklus	1	26	338,42	9,94	4,5
	2	20	355,6	13,02	5,1
	3	21	302,67	10,32	4,2

Zdroj: vlastné spracovanie, 2013

Úroda biomasy

Pre vŕby pestované v našich podmienkach je najdôležitejším ukazovateľom objem biomasy, ktorý môže dosiahnuť 15 t suchej hmoty na hektár na rok (Jandačka et al., 2007). Daniel a Medvecký (2010) uvádzajú v oblasti Oravy dosiahnuté úrody suchej biomasy od 11,1 do 15,2 t.ha⁻¹.rok⁻¹. Úrodu biomasy (t.ha⁻¹) sme stanovili tak, že sme hmotnosť rastliny pri zberovej vlhkosti a suchú hmotnosť jednej rastliny prepočítali na počet rastlín na ploche 1 ha. Hodnoty uvádzame v tabuľke 2. V prvom vegetačnom roku prvého zberového cyklu by úroda (13 714 rastlín.ha⁻¹) pri zberovej vlhkosti bola 4,11 – 6,86 t.ha⁻¹. V prvom vegetačnom roku druhého zberového cyklu by úroda (10 666 rastlín.ha⁻¹) pri zberovej vlhkosti bola 44,8 – 54,4 t.ha⁻¹. V oboch prípadoch počítame so 100 % zakorenenosťou. Na stanovenie suchej hmotnosti jedincov bolo potrebné zistiť percento sušiny v dreve. Pri mladšom poraste bola hodnota sušiny 55,04 %, pri staršom 54,68 %. Celková úroda nadzemnej biomasy v prvom zberovom cykle by bola 2,26 – 3,78 t.ha⁻¹, v druhom zberovom cykle 24,5 – 29,75 t.ha⁻¹.

Tabuľka 2: Úroda biomasy *Salix* odroda Tora – Prvý a druhý trojročný zberový cyklus [t.ha⁻¹]

Zberový cyklus	Opakovanie	Pri zberovej vlhkosti	Suchá hmota
Prvý vegetačný rok Prvý trojročný zberový cyklus	1	5,49	3,02
	2	6,86	3,78
	3	4,11	2,26
Prvý vegetačný rok Druhý trojročný zberový cyklus	1	48	26,24
	2	54,4	29,75
	3	44,8	24,5

Zdroj: vlastné spracovanie, 2013

ZÁVER

- o Počas vegetačného roka 2012 sme na výskumnej báze v Koliňanoch zaznamenávali vybrané produkčné parametre, na základe ktorých bolo možné určiť produkčný potenciál energetickej rastliny *Salix* - odroda Tora.
- o Celková úroda nadzemnej biomasy *Salix* by dosiahla nasledujúce hodnoty: *Salix* v prvom vegetačnom roku a v prvom trojročnom zberovom cykle 2,26 – 3,78 t.ha⁻¹, *Salix* v prvom vegetačnom roku a v druhom trojročnom zberovom cykle 24,5 – 29,75 t.ha⁻¹.
- o V porastoch rýchlorastúcich vrb je dôležitá ochrana pred burinami. Najmä počas prvého a druhého pestovateľského roku je nevyhnutné udržiavať porasty v bezburinnom stave okopávaním a kosením medziadiakov.
- o Poznanie produkčných vlastností pestovaných energetických rastlín je dôležité pri výbere druhu a odrody v konkrétnych podmienkach a vyžaduje si experimentálny výskum.

Pod'akovanie: Príspevok je súčasťou dizertačnej práce, ktorá sa rieši v rámci vedeckej grantovej agentúry Ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu SR a Slovenskej akadémie vied – program VEGA č. 1/0942/12 s názvom „Odrodová podmienenosť produkčného a energetického potenciálu rýchlorastúcich drevín rodu *Salix* a *Populus* v prvom a druhom trojročnom zberovom cykle a energetickej byliny *Miscanthus* v pôdno-klimatických podmienkach juhozápadného Slovenska“.

LITERATÚRA

- DANIEL, Ján. – MEDVECKÝ, Michal. 2010. Vřba kořikárska (*Salix viminalis*) – produkčný potenciál nových odrôd. In *Pestovateľské technológie a ich význam pre prax : zborník príspevkov z I. vedeckej konferencie*. Piešťany : Centrum výskumu rastlinnej výroby Piešťany, 2010. s. 121 – 122.
- DAWSON, Malcolm. 2007. *Short Rotation Coppice Willow – Best Practice Guidelines*. Renew Project, 2007, p. 48.
- DEMO, Milan et al. 2012. *Vřba (*Salix L.*) ako zdroj biomasy pre energetické účely : pestovateľské technológie*. 1. vyd. Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2012. 59 s. ISBN 978-80-552-0796-4.
- DEMO, Milan et al. 2011. *Produkčný a energetický potenciál švédskych odrôd rýchlorastúcej energetickej dreviny rodu *Salix* pestovanej v suchších pôdno-klimatických podmienkach juhozápadného Slovenska*. 1. vyd. Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2011. 110 s. ISBN 978-80-552-0577-9.
- JANDAČKA, Jozef et al. 2007. *Biomasa ako zdroj energie. Potenciál, druhy, bilancia a vlastnosti palív*. 1. vyd. Žilina : Georg, 2007. 241 s. ISBN 978-80-969161-3-9.
- ROSENQVIST, Hakan et al. 2000. Willow growers in Sweden. In *Biomass and Bioenergy*, vol. 18, no. 2, 2000, p. 137 – 145.

Smernica Európskeho parlamentu a rady č. 2009/28/ES o podpore využívania energie z obnoviteľných zdrojov energie a o zmene a doplnení a následnom zrušení smerníc 2001/77/ES a 2003/30/ES.

REAKCIA JAČMEŇA SIATEHO JARNÉHO NA APLIKÁCIU RÔZNYCH DRUHOV HNOJÍV

Reaction of spring barley on the application of various types of fertilizers

EVA CANDRÁKOVÁ

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Katedra rastlinnej výroby

In the years 2011-2012, polyfactorial field experiment with spring barley variety Levan has been carried out at experimental site Malanta. The site is located at an altitude of 175 m. Agro-climatic sub-area is very dry. Treatments of fertilization were as follows: unfertilized control, nitrogen 20 kg . ha⁻¹ (LAV) at the beginning of tillering (BBCH 21), nitrogen 20 kg . ha⁻¹ (DAM 390) at the end of tillering (BBCH 29), Cupran at a dose of 1 l . ha⁻¹ (BBCH 29). Formation of the yield elements and grain yield were influenced by the terms of year and fertilization treatments. Highly significantly higher grain yield of spring barley was in 2011 (4,17 t . ha⁻¹) compared to 2012 (2,36 t . ha⁻¹). Over the years, by application of fertilizer DAM 390 we achieved statistically highly significantly highest yield (3,88 t . ha⁻¹), followed by LAV (3,56 t . ha⁻¹) and Cupran (2,90 t . ha⁻¹). The lowest yield was at the control treatment (2,73 t . ha⁻¹). Under conditions of sufficient moisture nitrogen fertilizer in solid form can be applied. In arid conditions, application of liquid form of fertilizer DAM 390 is more effective.

Key words: spring barley, fertilization, yield components, yield.

ÚVOD

Jačmeň siaty jarný (*Hordeum vulgare* ssp. *distichon*) zostáva aj v súčasnosti dôležitou žiadanou plodinou využívanou predovšetkým na výrobu sladu. Na Slovensku sa v roku 2011 pestoval jačmeň na výmere 136,3 tis. ha s úrodou zrna 3,87 t.ha⁻¹ a v roku 2012 sa z plochy 148,0 tis. ha pozberalo 3,18 t.ha⁻¹ zrna. Počas vegetačného obdobia v roku 2012 zasiahlo územie SR extrémne sucho, čo spôsobilo výrazné škody na poľnohospodárskych plodinách a medziročný pokles produkcie jačmeňa bol nižší o 10,4 % (Jamborová, 2013).

Jačmeň siaty jarný je citlivou plodinou, ktorej úrody sú pomerne závislé od klimatických podmienok pestovateľského ročníka (zrážky, teploty). Okrem toho má nesporný význam aj predplodina, štruktúra pôdy, biologicky kvalitné osivo, vodný a vzdušný režim v pôde a výživa hnojením (Sleziak a Horevaj, 2000). Nositeľom agronomických a technologických vlastností je odroda je (Psota, 2000).

Životne dôležitým prvkom rastlín je dusík. Každý živý organizmus prijíma dusík. Najčastejšími zdrojmi dusíka sú pôda, voda a ovzdušie. Je základnou zložkou buniek a tvorí chlorofyl esenciálne potrebný pre fotosyntézu (Bielek, 1998).

Nároky rastlín na dusík závisia od druhu. Pre jačmeň siaty jarný odporúčajú Fecenko a Ložek (2000) na 1 tonu úrody zrna a príslušného množstva slamy potrebu dusíka 24 kg.ha⁻¹.

MATERIÁL A METÓDY

Poľný polyfaktorový pokus v rokoch 2011-2012 bol realizovaný na lokalite Dolná Malanta s nadmorskou výškou 175 m. Agroklimatická podoblasť je veľmi suchá (Šiška a Čimo, 2006). Na základe zrnitostného zloženia Tobiašová a Šimanský (2009) konštatujú, že zeminy z orníc na lokalite Dolná Malanta sú prachovitohlinité s objemovou hmotnosťou 1500-1680 kg.m⁻³. Pokus bol založený metódou dlhých pásov s kolmo delenými blokmi. Veľkosť parcelky bola 20 m². Predplodinou bola kukurica siata na zrno. Vysievali sme odrodu Levan v počte 4 mil. klíčivých zŕn na ha, do hĺbky 0,03 m s medziradkovou vzdialenosťou 0,125 m.

Varianty hnojenia:

1. nehnojená kontrola,
2. dávka dusíka 20 kg.ha⁻¹ (liadok amónny s vápencom - LAV) na začiatku odnožovania (BBCH 21),
3. dávka dusíka 20 kg.ha⁻¹ (DAM 390) na konci odnožovania (BBCH 29).
4. Cupran v dávke 1 l.ha⁻¹ (BBCH 29).

Termín sejby: 16.3.2011; 15.3.2012

Termín zberu: 18.7.2011; 21.7.2012

Charakteristika odrody: Levan pochádza z domáceho šľachtenia. Je to skorá odroda jačmeňa siateho jarného nízkeho typu s dobrou odolnosťou proti poliehaniu. Zdravotný stav odrody je priemerný. Zrno má stredne veľké a výťažnosť zrna nad 2,5 mm je dobrá. Sladařský ústav v Brne zaraďuje odrodu Levan k odrodám s výberovou sladovníckou kvalitou s bodovým ohodnotením 6 (6,2).

Charakteristika prípravku: Cupran je špeciálne koncentrované mednaté hnojivo, určené pre doplnkovú výživu poľnohospodárskych plodín s vyššími nárokmi na med'. Obsahuje 50 % Cu. Med' pôsobí priaznivo na stabilitu chlorofylu a tým predlžuje obdobie aktívnej fotosyntézy. Pozitívne ovplyvňuje obsah a kvalitatívne

zloženie bielkovín. Pri nedostatku medi sa výrazne znižuje využitie dusíka z hnojív a u obilnín sa tvorí menej zrna, ako dôsledok narušenia tvorby generatívnych orgánov. Aplikuje sa postrekom.

Cieľom pokusu bolo zistiť reakciu odrody Levan na hnojenie dusíkom vo forme pevnej a tekutej aplikovanej podľa rastovej fázy jačmeňa.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Na produkčný proces poľných plodín vplýva množstvo faktorov. Ako vyplýva z tabuľky 1, v roku 2012 bol veľmi suchý marec (2,8 mm), čo spôsobilo horšie vzhádzanie zrna jačmeňa a v dôsledku toho bol počet rastlín na m² od 200 ks do 276 ks (tab. 3). Počet rastlín nebol kompenzovaný počtom odnoží a počet klasov na jednotku plochy bol v roku 2012 veľmi nízky, podobne ako počet zŕn v klasoch (tab. 3). Nedostatok vlhky pretrvával aj v mesiaci jún, čo sa negatívne prejavilo na HTZ. Výsledkom bola úroda od 2,11 t.ha⁻¹ po 3,02 t.ha⁻¹. V porovnaní s rokom 2012, vysoko preukazne vyššia úroda zrna (4,17 t.ha⁻¹) bola v roku 2011 (tab. 2). Z pohľadu vplyvu zrážok bol rozhodujúci mesiac marec, v ktorom sa hodnoty v roku 2011 (27,2 mm) priblížili normálu, čo priaznivo ovplyvnilo nielen počet vzídených rastlín, ale aj tvorbu produktívnych odnoží. Vyšší bol aj počet klasov a hmotnosť tisíc zŕn.

Tabuľka 1: Teploty a zrážky v rokoch 2011 a 2012

Rok/mesiac	Zrážky (mm)					
	marec	apríl	máj	jún	júl	spolu
1961-1990	30,0	39,0	58,0	66,0	52,0	245,0
2011	27,2	13,2	48,4	91,1	121,6	301,8
2012	2,8	36,1	19,6	70,1	61,4	190,0
Teplota (°C)						
1961-1990	5,0	10,4	15,1	18,0	19,8	13,6
2011	5,9	13,7	16,1	19,6	19,7	15,0
2012	7,4	11,2	17,3	20,9	22,8	13,2

Okrem vlhových a teplotných podmienok sú dôležité intenzifikačné faktory, z ktorých sa venujeme hnojeniu dusíkom, ktorý je základnou živinou potrebnou pre rast rastlín. V pokuse sme sa zamerali najmä na hnojenie dusíkom v priebehu vegetačného obdobia. Ako uvádza Kováčik (2007), pri nedostatku dusíka sa výrazne znižuje intenzita delenia buniek a tvorba chlorofylu, čo sa prejaví v spomalení rastu a zmenšovaní rozmerov jednotlivých orgánov. Deficit dusíka sa v poľných podmienkach prejavuje až po prechode rastlín z výživy zo semena na výživu prostredníctvom koreňov.

Aplikácia dusíka je možná pred sejbou alebo v priebehu vegetačného obdobia. Fecenko a Ložek (2000) odporúčajú použiť celú dávku dusíka pred sejbou a v prípade hnojenia počas vegetácie vo fáze 3-4 listov. My sme aplikovali dusík v priebehu vegetačného obdobia jačmeňa siateho jarného v pevnej a v tekutej forme v rastovej fáze odnožovania na začiatku (BBCH 21) a na konci odnožovania (BBCH 29). Okrem toho bolo použité mednaté hnojivo Cupran (BBCH 29).

V dôsledku použitých hnojív, v roku 2011 sa po aplikácii LAV zvýšila úroda zrna v porovnaní s kontrolou o 31,3 % a po aplikácii DAM 390 o 29,4 % (tab. 2). Po aplikácii mednatého hnojiva sme zaznamenali zvýšenie úrody zrna o 8,8 % a v roku 2012 iba o 0,9 %. V roku 2012, za nedostatku vlhky, sa osvedčila lepšie tekutá forma hnojiva vo forme DAM 390, po ktorej sa zvýšila úroda o 30,2 % v porovnaní s nehnojeným variantom (tab. 3).

Tabuľka 2: Úrodovotné prvky a úroda zrna jačmeňa siateho jarného odrody Levan v roku 2011

Variety	Počet rastlín na 1 m ²	Počet produktívnych odnoží na 1 rastline	Počet klasov na m ²	Počet zŕn v hlavnom klase	HTZ v g	Úroda zrna v t.ha ⁻¹	Zvýšenie v %
Kontrola	340	1,80	612	18,90	41,72	3,35	0,0
LAV	312	1,99	620	22,10	44,60	4,91	31,3
DAM	288	1,67	612	21,85	42,34	4,74	29,4
Cupran	340	1,80	480	21,49	44,76	3,67	8,8

Tabuľka 3: Úrodovtné prvky a úroda zrna jačmeňa siateho jarného odrody Levan v roku 2012

Varianty	Počet rastlín na 1 m ²	Počet produktívnych odnoží na 1 rastline	Počet klasov na m ²	Počet zrn v hlavnom klase	HTZ v g	Úroda zrna v t.ha ⁻¹	Zvýšenie v %
Kontrola	276	1,42	300	18,08	39,40	2,11	0,0
LAV	220	1,45	290	18,60	41,09	2,21	4,6
DAM	244	1,58	372	21,32	38,15	3,02	30,2
Cupran	200	1,52	252	19,02	39,44	2,13	0,9

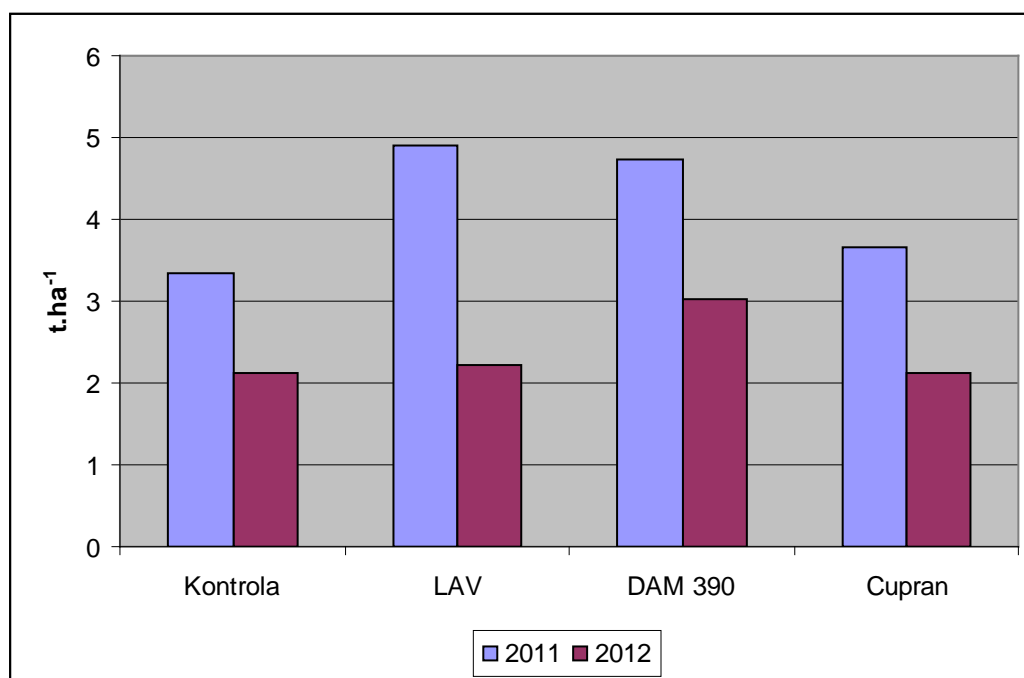
V priemere dvoch rokov pôsobilo na zvýšenie úrody zrna jačmeňa siateho jarného hnojivo DAM 390 veľmi vysoko preukazne (3,88*** t.ha⁻¹). Vysoko preukazný vplyv malo aj hnojivo LAV (3,56** t.ha⁻¹) a preukazný bol aj vplyv hnojiva Cupran (2,90* t.ha⁻¹), (tab. 4).

Tabuľka 4: Preukaznosť faktorov na úrodu zrna jačmeňa siateho jarného odrody Levan v rokoch 2011 a 2012

Ukazovateľ	Rok		Hnojenie			
	2011	2012	Kontrola	LAV	DAM	Cupran
Úroda v t.ha ⁻¹	4,17*	2,36	2,73	3,56**	3,88***	2,90*

Hd-p-0,05: rok 0,0086; hnojenie: 0,0210

Citlivosť jačmeňa na výživu a hnojenie spočíva v tom, že jačmeň jarný má menej vyvinutý a plytšie sa nachádzajúci koreňový systém a krátke obdobie výživy, počas ktorého musí prijať pomerne veľké množstvo živín (Kubinec a Kováč, 1998; Ložek, 2001; Zimolka 2006). Ich nedostatok pôsobí na formovanie prvkov úrodnosti, čo sa prejavuje na úrode zrna. Dôkazom je najnižšia úroda zrna jačmeňa siateho jarného, ktorá bola v oboch rokoch na nehnojenom kontrolnom variante (obr. 1).



Obrázok 1: Úroda zrna jačmeňa siateho jarného odrody Levan v rokoch 2011 a 2012

ZÁVERY

Z výsledkov dvojročného pokusu jačmeňa siateho jarného v rokoch 2011 a 2012 s odrodou Levan, ktorá pochádza z domáceho šľachtenia vyplynulo, že hnojenie dusíkom v priebehu vegetačného obdobia je opodstatnené. V podmienkach dostatku vlhky lepšie účinkuje hnojivo v pevnej forme, ako bol liadok amónny s vápencom. V období nedostatku vlhky, sucha lepšie pôsobí tekutá forma v podobe DAM 390. Prítomnosť vlhky v pôde je dôležitá pre využiteľnosť živín z pevnej formy hnojiva. Mednaté hnojivo Cupran, aplikované samostatne bez doplnenia dusíkom, má nižší účinok na úrodu zrna. Úrodu zrna jačmeňa siateho jarného odrody Levan, štatisticky veľmi vysoko preukazne ovplyvnila aplikácia hnojiva DAM 390. Vysoko preukazne

pôsobilo na úrodu zrna hnojivo LAV a preukazuje aj mednaté hnojivo Cupran. V porovnaní rokov bola úroda v roku 2011 vysoko preukazne vyššia ($4,17 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) ako v roku 2012 ($2,36 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$).

Podakovanie: Projekt VEGA č. 1/0816/11 „Produkčný proces poľných plodín pri rôznych systémoch obrábania pôdy, aplikácie priemyselných hnojív a zvyškov rastlín s ohľadom na zachovanie a zvyšovanie úrodnosti pôdy“.

LITERATÚRA

- BIELEK, P. Dusík v poľnohospodárskych pôdach. Bratislava, 1998, 255 s. ISBN 80-85361-44-2
- FECENKO, J. - LOŽEK, O.: Výživa a hnojenie poľných plodín. Nitra : SPU, 2000, 452 s. ISBN 80-7137-777-5
- JAMBOROVÁ Mária. OBILNINY - Situačná a výhľadová správa k 31. 12. 2012, VÚEPP Bratislava, roč. XX, č. 1, 2013, ISSN 1338-483X
- KOVÁČIK P. Výživa a úroveň hnojenia rastlín. ÚVTIP – NOI Bratislava, 2007, 96 s. ISBN 978-80-89088-59-1
- KUBINEC, S. - KOVÁČ, K. Progresívne technológie pestovania jarného jačmeňa. Piešťany: Výskumný ústav rastlinnej výroby, 1998, 82 s. ISBN - 80-88720-03-6
- LOŽEK, O.: Optimálne hnojenie je ekonomické aj ekologické. In: Agrochémia 1, 41, 2001, s. 11-16.
- PSOTA, V. Ječmen jako sladovnícká a pivovarská surovina. In *Jačmeň-výroba a zhodnotenie*. VES SPU v Nitre, 2000, s. 85-89, ISBN 80-7137-681-7
- SLEZIAK, E. - HOREVAJ, V. Perspektívy pestovania jačmeňa na Slovensku. In: Pestovanie a využitie obilnín na prelome milénia. SPU v Nitre, 2000, s. 68 – 72. ISBN 80-7137-783-X
- ŠÍŠKA, B. - ČIMO J. Klimatická charakteristika rokov 2004 a 2005 v Nitre. SPU Nitra 2006, 50s.
- TOBIAŠOVÁ, Erika - ŠIMANSKÝ, Vladimír. 2009. Kvantifikácia pôdných vlastností a ich vzájomných vzťahov ovplyvnených antropickou činnosťou. 1. Vydanie. Nitra: SPU. p. 114. ISBN 978-80-552-0196-2.
- ZIMOLKA, J. et al.: Ječmen - formy a úžitkové smery v České republice. Praha, 2006, 199 s. ISBN 80-86726-18-5.

Kontaktná adresa:

Ing. Eva Candráková, PhD., SPU v Nitre, Katedra rastlinnej výroby, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra. e-mail: Eva.Candrakova@uniag.sk

VPLYV OBRÁBANIA PÔDY NA ÚRODU A ZLOŽENIE SEMENA HRACHU SIATEHO

Effect of tillage on yield and composition of pea seeds

CANDRÁKOVÁ EVA¹ – HANÁČKOVÁ EVA²

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Katedra rastlinnej výroby¹, Katedra agrochémie a výživy rastlín²

In 2009 and 2010 the field experiment has been established with field pea variety Danube, the previous crop was winter wheat. The site has the average annual air temperature 9.7 °C and rainfall 561 mm per year. Following ways of farming were examined: A medium-deep plowing (0.24 m), M-Disk Tools (0.12 meters). Treatments of fertilization: 0-control variant, PH-fertilising, PZ-fertilising with plowing of crop residues of preceding crop. Year, tillage and fertilization high significantly influenced the pea seed yield. Higher harvest was in 2010 (4.22 t ha⁻¹) than in 2009 (1.80 t ha⁻¹). Between seed yield and content of crude protein was found highly indirect dependence (r = -0.9614). High indirect dependence (r = -0.9880) was also found between the content of crude protein and fat content in pea seeds. The conventional land-use patterns are reflected as better, where there was harvested yield of pea seeds 3.06 t ha⁻¹ compared with a minimization method (2.96 t ha⁻¹). Regarding the treatments of fertilization, the highest yield has been achieved after incorporation of fertilizers and residues of preceding crop (3.22 t ha⁻¹).

Keywords: pea, tillage, fertilization, harvest, seed composition

ÚVOD

Strukoviny sú významnou skupinou poľnohospodárskych plodín, pretože obsahujú veľa bielkovín potrebných pre výživu živých organizmov. Na Slovensku je najrozšírenejšou strukovinou hrach siaty, ktorý v porovnaní s ostatnými strukovinami má pomerne dobre prepracovanú a nie veľmi náročnú technológiu pestovania. Po znížení stavov hospodárskych zvierat v poľnohospodárskych podnikoch, klesli aj plochy strukovín. Hrach siaty sa v roku 2010 zberal z plochy 6462 ha s úrodou semena 1,82 t.ha⁻¹. V roku 2007 sa hrach zberal z plochy 9245 ha, úroda bola 2,40 t.ha⁻¹. Plocha v roku 2010 sa znížila o 2783 ha a úroda semena o 0,58 t.ha⁻¹ (Jamborová, 2012). Tento nepriaznivý trend sa s menšími odchýlkami udržuje aj v súčasnosti. Prispievajú k tomu aj veľké výkyvy v množstve vlahy a teploty počas vegetačného obdobia hrachu siateho v jednotlivých ročníkoch.

Hrach spotrebuje za vegetáciu od 200 do 250 mm vody. Najväčšie nároky má v období kvitnutia, tvorby strukov a semien (Kostrej a i., 1998). Rozhodujúce sú predovšetkým teploty v počiatočnom období rastu, vo fáze kvitnutia a tvorby semien, ktoré by nemali presiahnuť 25 °C (Lahola, 1990). Pre úrodu hrachu siateho sú priaznivejšie vyššie teploty vo vegetatívnom období a nižšie v generatívnom období (Lehmann a Blixt, 1994). Od vonkajších podmienok závisí aj tvorba úrody strukovín, ktorá je zložitejšia ako pri iných zrninách (Petr a i., 1980).

Zmeny sú aj v spôsoboch obrábania pôdy. Okrem klasickej technológie, pri ktorej sa využíva orba, sa v súčasnosti uplatňujú technológie s použitím náradia na kyprenie pôdy bez orby. Hlavným dôvodom je úspora pracovného času, finančných prostriedkov a úspora pohonných hmôt (Demo a i., 1995). Čo sa osvedčuje pri pestovaní obilnín, nie je vhodné aj pri pestovaní strukovín. Toho dôkazom sú aj naše výsledky.

Cieľom pokusu bolo overiť spôsoby obrábania pôdy a úroveň hnojenia na úrodu a kvalitu semena hrachu siateho v podmienkach klimaticky teplej oblasti.

MATERIÁL A METÓDA

Poľný polyfaktorový pokus s pestovaním hrachu siateho bol realizovaný v rokoch 2009-2010 na lokalite Dolná Malanta s nadmorskou výškou 175 m. Agroklimatická podoblasť je veľmi suchá (Šiška a Čimo, 2006). Pokus bol založený metódou dlhých pásov s kolmo delenými blokmi. Veľkosť parcelky bola 20 m². Predplodinou bola pšenica letná forma ozimná. Spôsoby obrábania pôdy: K-stredne hlboká orba (0,24 m), M-tanierové náradie (0,12 m). Varianty hnojenia: 0-kontrolný variant, PH-hnojenie priemyselnými hnojivami, PZ-hnojenie priemyselnými hnojivami so zapravením pozberových zvyškov predplodiny. Živiny boli doplnené na základe bilančnej metódy podľa obsahu živín v pôde na úrodu 3 t.ha⁻¹ semena hrachu siateho podľa normatívu odberu živín na 1 tonu úrody: N 63 kg, P 7,4 kg, K 37,4 kg (Fecenko a Ložek, 2000). Vysiatá bola odroda Dunaj. Termín sejby: 3.4.2009 a 23.3.2010. Výsevok: 1 mil. klíč. semien na ha, hĺbka sejby 0,05 m, medziriadková vzdialenosť 0,125 m. Zber sa uskutočnil maloparcelkovým kombajnom 16.7.2009 a 15.7.2010.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Od poveternostných podmienok závisí nielen spôsob obrábania pôdy, ale aj veľkosť a kvalita výslednej produkcie. Množstvo zrážok od marca do júla v rokoch 2009 a 2010 je uvedený v tabuľke 1. Medzi rokmi

2009 a 2010 boli veľké rozdiely v množstve zrážok. V priebehu vegetačného obdobia mali rastliny k dispozícii v roku 2009 iba 155,3 mm a v roku 2010 to bolo 427,5 mm.

Tabuľka 1: Zrážky (mm) a teploty (°C) v jarných mesiacoch v roku 2009 a 2010

Rok		Zrážky (mm)			
1961-1990	marec	apríl	máj	jún	júl
2009	30,0	39,0	58,0	66,0	52,0
2010	20,8	95,3	156,3	158,3	51,9
		Teplota (°C)			
1961-1990	5,0	10,4	15,1	18,0	19,8
2009	5,5	14,0	15,5	17,1	20,6
2010	5,3	10,6	15,1	20,1	23,0

Teploty v roku 2009 boli v priebehu vegetačného obdobia porovnateľné s dlhoročným normálom, ale v roku 2010 prevýšili o 1,2 °C normálne hodnoty. Medzi teplotou a rastom plodín je úzky vzťah. Mimoriadny význam má najmä suma teplôt nad 10 °C. Biologická produktivita klímy je priamo úmerná tejto veličine (Demo a i., 1995).

Ako uvádza (Hájek a Střída, 1975), na úrode sa významne podieľajú najmä medzné situácie, t. j. nadmerný deficit vody alebo prebytok vody a extrémne teploty. To sa prejavilo aj na úrode semena hrachu siateho (tab.2). Vysoko preukazne vyššia bola v roku 2010 (4,27 t.ha⁻¹) s prebytkom vlhky a nižšia (v roku 2009) pri nedostatku vlhky bola iba 2,15 t.ha⁻¹.

Autori (Boyer, 1982) a (Šiška a Čimo, 2006) potvrdili, že environmentálny stres, nedostatok svetla, vysoké teploty, deficit vody a výživy redukovávajú produkciu plodín.

Tabuľka 2: Úroda semena hrachu siateho v roku 2009 a 2010

Obrábanie pôdy	Varianty	Úroda semena (t.ha ⁻¹)		Priemer (t.ha ⁻¹)
		2009	2010	
Konvenčné	0	1,70	3,93	2,82
	PH	1,78	4,18	2,98
	PZ	1,92	4,86	3,39
	\bar{x}	1,80	4,32	3,06
Minimalizačné	0	1,72	3,61	2,67
	PH	1,88	4,50	3,19
	PZ	1,84	4,26	3,05
	\bar{x}	1,81	4,12	2,97

Ročník ovplyvnil úrodu semena hrachu siateho štatisticky vysoko preukazne. V roku 2010 sa dosiahla úroda o 2,42 t.ha⁻¹ vyššia ako v roku 2009 (tab. 3).

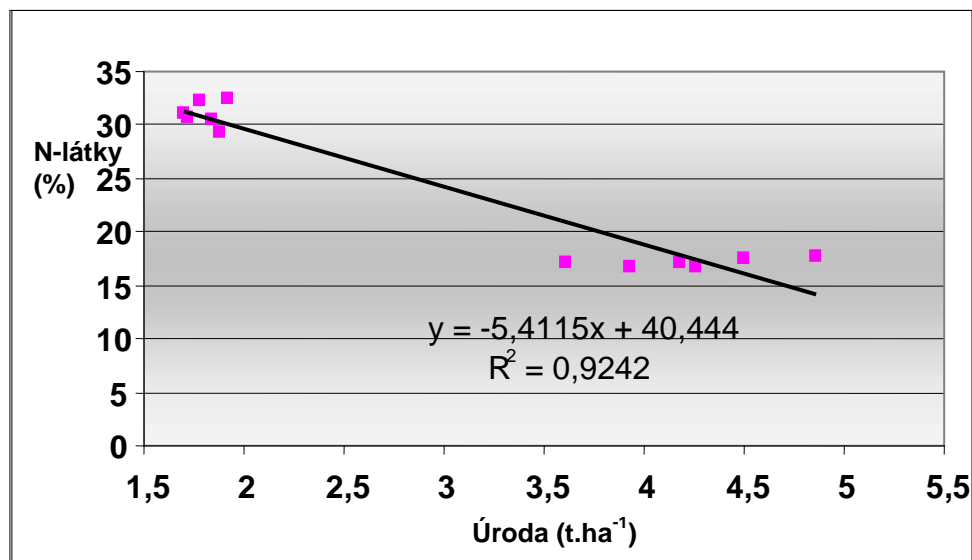
Vplyv obrábania pôdy sa v roku 2009 na úrode semena hrachu siateho neprejavil. Úroda semena bola vyrovnaná (tab. 2). V roku 2010 sa vplyvom konvenčného spôsobu obrábania pôdy zvýšila úroda o 0,20 t.ha⁻¹ v porovnaní s minimalizačným spôsobom prípravy pôdy. V priemere obidvoch rokov bola po klasicknej príprave pôdy úroda vyššia o 0,19 t.ha⁻¹ ako po minimalizačnom obrábaní pôdy, pričom rozdiel bol štatisticky vysoko preukazný. Podobné výsledky dosiahli (Hanáčková a i., 2012). Hnojenie priemyselnými hnojivami a pozberovými zvyškami predplodiny pôsobilo na úrodu semena hrachu siateho pozitívne. Vysoko preukazne najvyššia úroda bola po aplikácii priemyselných hnojív a pozberových zvyškov predplodiny a štatisticky preukazne pôsobilo aj hnojenie priemyselnými hnojivami. Najnižšia úroda v obidvoch rokoch pokusu bola na nehnojenom variante.

Tabuľka 3: Vplyv sledovaných faktorov na úrodu semena hrachu siateho vyhodnotený analýzou rozptylu, Tukey testom

Faktor	Úroda semena (t.ha ⁻¹)	α 0,05	0,01
Rok: 2009	1,80a	0,0692	0,0935
2010	4,22b		
Obrábanie pôdy:		0,0692	0,0935
K-konvenčné	3,06b		
M-minimalizačné	2,96a		
Hnojenie: 0	2,74a	0,1025	0,1314
PH	3,08b		
PZ	3,22c		

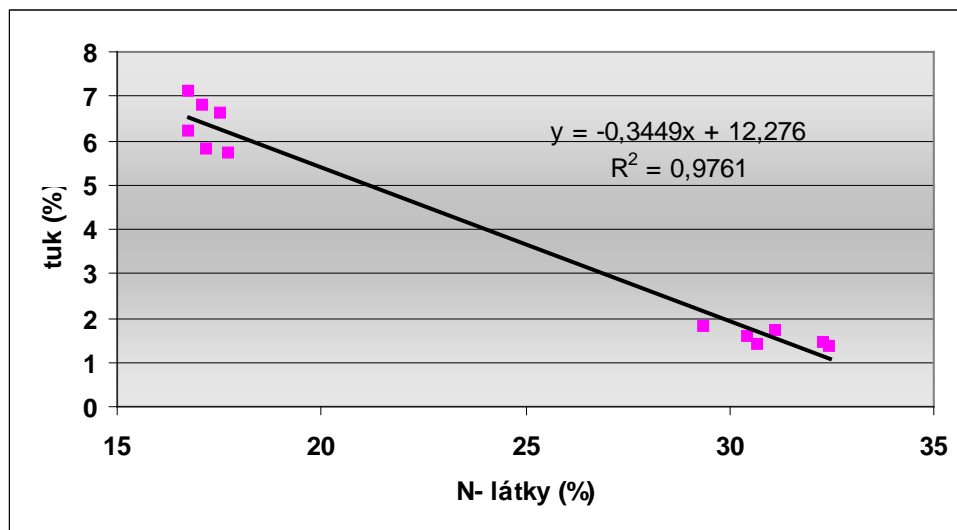
Okrem výšky úrody je dôležitá aj kvalita semena hrachu siateho. Pre hodnotenie sme vybrali obsah dusíkatých látok, škrobu a tuku v semenách hrachu siateho. Ako vyplýva z tabuľky 4, medzi rokmi 2009 a 2010 boli v ich obsahu značné rozdiely, najmä pri N - látkach a tuku. Obsah N - látok v roku 2010 dosiahol iba 44,3 % podiel v porovnaní s rokom 2009. Vo viacerých pokusoch bolo zistené, že obsah N - látok závisí od genotypu a podmienok pestovateľského ročníka, čo sa zhoduje aj našimi výsledkami (Ali-Khan a i., 1973, Chrenková a i., 1995, Bojňanská a Vološinová, 2005).

Pri hodnotení korelačných závislostí bola zistená vysoká nepriama závislosť ($r=-0,9614$) medzi úrodou semena a obsahom N - látok (Obr. 1).



Obrázok 1: Závislosť medzi úrodou semena hrachu siateho a obsahom N - látok v semene

Nepriama vysoká závislosť ($r=-0,9880$) bola zistená aj medzi obsahom N - látok a obsahom tuku v semenách hrachu siateho (Obr. 2). Medzi obsahom N - látok a škrobu bola slabá nepriama závislosť ($r=-0,1427$) a slabá priama závislosť bola medzi obsahom škrobu a tuku ($r=0,0074$).



Obrázok 2: Závislosť medzi obsahom N - látok a tuku v semenách hrachu siateho

Najmenej ovplyvnili obsah N - látok varianty hnojenia v jednotlivých ročníkoch a obrábaniach pôdy. Obsah škrobu bol v jednotlivých rokoch pomerne vyrovnaný. Väčšie rozdiely boli zaznamenané medzi variantmi hnojenia v roku 2010 po konvenčnom obrábaní pôdy (tab. 4). Po hnojení priemyselnými hnojivami bol obsah škrobu vyšší o 21,30 % ako na nehnojenom variante s obsahom 22,19 %. Pri minimalizačnom obrábaní pôdy bol obsah škrobu opačný. Najvyšší obsah bol na nehnojenom variante (42,44 %) a najnižší na variante s použitím priemyselných hnojív (35,79 %). Veľké rozdiely medzi rokmi boli aj v obsahu tuku, ale medzi variantmi hnojenia a spôsobmi obrábania pôdy bol obsah pomerne vyrovnaný.

Tabuľka 4: Látkové zloženie semena hrachu siateho z úrody v roku 2009 a 2010

Variant	Rok						Priemer rokov			
	2009			2010			N-látky	Škrob	Tuk	
	N-látky	Škrob	Tuk	N-látky	Škrob	Tuk				
%										
K	0	31,13	36,58	1,73	16,78	22,19	7,10	23,96	29,39	4,42
	PH	32,33	35,19	1,45	17,09	43,49	6,79	24,71	39,34	4,12
	PZ	32,44	33,72	1,33	17,74	36,91	5,70	25,09	35,32	3,52
	\bar{x}	31,99	35,10	1,50	17,47	34,57	6,48	24,73	34,84	3,99
M	0	30,69	32,82	1,38	17,20	42,44	5,81	23,95	37,63	3,60
	PH	29,38	33,76	1,79	17,53	35,79	6,59	24,46	34,78	4,19
	PZ	30,47	40,60	1,58	16,76	41,48	6,20	23,62	41,04	3,89
	\bar{x}	30,16	35,78	1,59	17,17	39,69	6,23	23,67	37,74	3,91

ZÁVER

Z dvojročného pokusu s hrachom siatym vyplynulo, že úrodu semena vysoko preukazne ovplyvnil ročník, keď v roku 2010 bola 4,22 t.ha⁻¹ a v roku 2009 o 2,42 t.ha⁻¹ nižšia (1,80 t.ha⁻¹). V daných rokoch pestovania sa ako vhodnejší spôsob obrábania pôdy prejavil konvenčný (orba do hĺbky 0,24 m) ako minimalizačný s použitím tanierového náradia. Z variantov hnojenia sa najvyššia úroda dosiahla po aplikovaní priemyselných hnojív a pozberových zvyškov predplodiny (3,22 t.ha⁻¹) a najnižšia úroda bola na nehnojenom variante (2,74 t.ha⁻¹).

Podmienky ročníka ovplyvnili aj zloženie semena hrachu siateho. Medzi úrodou semena a obsahom N - látok bola zistená vysoká nepriama závislosť ($r=-0,9614$) podobne ako medzi N - látkami a obsahom tuku ($r=-0,9880$). Ostatné závislosti boli nepreukazné. Nakoľko skúmané ročníky boli z hľadiska podmienok pestovania hrachu siateho rozdielne, je potrebné vo výskume pokračovať.

Pod'akovanie: Príspevok vznikol za podpory grantového projektu VEGA č. 1/0816/11 „Produkčný proces poľných plodín pri rôznych systémoch obrábania pôdy, aplikácie priemyselných hnojív a zvyškov rastlín s ohľadom na zachovanie a zvyšovanie úrodnosti pôdy“.

LITERATÚRA

- ALI-KHAN, S. T. - YOUNGS, C.G. (1973). Variation in protein content of field peas. Canadian Journal of Plant Science, 53 (1), 37-41.
- BOJŇANSKÁ, T. - VOLOŠINOVÁ, V. (2005). Dependence of pea quality on growing system. Agriculture (Poľnohospodárstvo), 51 (10), 539-547.
- BOYER JS.: Plant productivity and environment. Science, 218, 1982 : 443-448.
- DEMO, M. a i.: Obrábanie pôdy. Nitra, Vysoká škola poľnohospodárska, 1995 : 315
- FECENKO, J., LOŽEK, O.: Výživa a hnojenie poľných plodín. Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre v spolupráci s Duslom, a.s. Šaľa. Nitra, 2000 : 452
- HÁJEK, D., STRÍDA, J.: Studium vlivu povětrnostních prvků na výnosnost a jakost hrachu. In.: Závěrečná zpráva. Šumperk, VŠÚTL, 1974 : 120
- HANÁČKOVÁ, E., CANDRÁKOVÁ, E., MACÁK, M.: Udržateľný technologický systém pestovania hrachu siateho (Pisum sativum L.). 1. vyd. Nitra, Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2010 : 162
- 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.
- JAMBOROVÁ, M.: Strukoviny. Situačná a výhľadová správa k 30. 6. 2012 VÚEPP Bratislava ISSN 1339-0589
- KOSTREJ, A. a i.: Ekofyziológia produkčného procesu porastu a plodín. SPU v Nitre, 1998 : 187
- LAHOLA, J. a i.: Luskoviny - pěstování a využití. Praha, SZN, 1990 : 220
- LEHMANN, CH., BLIXT, S.: Artificial infraspecific classification in relation to phenotypic manifestation of certain genes in Pisum. In.: Agri Hort. Genetica, band XLII, 1994 : 49-74.
- PETR, ČERNÝ, HRUŠKA a i.: Tvorba výnosu hlavních poľných plodín. Praha, 1980 : 448
- ŠIŠKA, B., ČIMO, J.: Klimatická charakteristika rokov 2004 a 2005 v Nitre. SPU, 2006 : 50

Kontaktná adresa:

Eva Candráková¹, Eva Hanáčková²

SPU v Nitre, FAPZ, Katedra rastlinnej výroby¹, Katedra agrochémie², Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Eva.Candrakova@uniag.s

PRIMÁRNA PRODUKCIA A PÔDNO – BIOLOGICKÉ UKAZOVATELE POLOPRÍRODNÉHO TRÁVNEHO PORASTU PRI DIFERENCOVANEJ MINERÁLNEJ A ORGANICKEJ VÝŽIVE

Primary production and biological parameters of soil at seminatural grassland in a variety of mineral and organic nutrition levels

JOZEF ČUNDERLÍK – ĽUDOVÍT ONDRASEK

Centrum výskumu rastlinnej výroby – Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva Banská Bystrica

*In a two-year research (2004 – 2005), effects of mineral and organic fertilisers on production, quality, botanical composition and also on biological and chemical properties of soil were studied in semi-natural grassland. A field trial was established at Radvan site (altitude 480 m) with these fertiliser treatments (kg ha⁻¹): 1. control; 2. P₃₀ + K₆₀; 3. N₆₀ + PK; 4. N₁₂₀ + PK; 5. manure (12 t ha⁻¹); 6. manure (24 t ha⁻¹). Over the research period, the highest dry matter (DM) production (5.36 t ha⁻¹) was found at N₁₂₀ + PK. Total DM production was higher by 0.97 t ha⁻¹ in 2004 than in 2005. In the first year, the manure application resulted in expansion of weeds dominated by *Elytrigia repens*. In the second year, the proportion of meadow species and legumes increased. In soil, the application of manure and N₁₂₀ + PK stimulated CO₂ production, total N mineralisation and nitrification. Effects of manure increased total C content in soil microbial biomass (MB_C), N_t and Mg, also P content increased at the lower manure rate applied. Soil acidity decreased at the higher manure rate applied. The rate of P₃₀ + K₆₀ stimulated especially B_C content.*

Keywords: semi-natural grassland, production, botanical composition, soil properties

ÚVOD

Hospodárske hnojivá predstavujú odpad, vznikajúci pri chove hospodárskych zvierat, ktorý sa zhodnocuje spätnou aplikáciou do pôdy (Valarini, 2002). Napriek výraznému poklesu ich produkcie v poslednom období ostávajú naďalej významným zdrojom živín organickej hmoty. Najrozšírenejšími druhmi hospodárskych hnojív sú maštalný hnoj a hnojovica hovädzieho dobytku (Widner, 2002). Vplyvu hnojenia na mikrobiálne premeny C a N v pôde vo vzťahu k environmentu sa venuje stále primeraná pozornosť preto súčasťou nášho príspevku je aj zhodnotenie vplyvu aplikovaných živín na produkciu CO₂, celkovú mineralizáciu dusíka, nitrifikáciu, obsah mikrobiálnej biomasy a základné agrochemické vlastnosti pôdy.

MATERIÁL A METÓDA

Počas dvojiročného výskumu (2004 - 2005) na stanovišti Radvan (Banská Bystrica) v nadmorskej výške 460 m, sa hodnotila produkcia, floristické zloženie a pôdno - biologické ukazovatele trávneho porastu. Poľný pokus bol založený v roku 2003 blokovo metódou s variantami hnojenia (1.kontrola, 2. P₃₀+K₆₀, 3.N₆₀+PK, 4.N₁₂₀+PK kg/ha 5.maštalný hnoj 12t/ha; 6.maštalný hnoj 24t/ha). V obidvoch rokoch sme na jar a na jeseň a v termínoch 1. až 3. kosby odobrali z vrstvy 0-100 mm pôdne vzorky, v ktorých sme po preosiatí cez 2 mm sito a zachovaní prirodzenej vlhkosti stanovili tzv. reaktívnu produkciu CO₂(R) pôdy metódou plynovej chromatografie (1- dňová predinkubácia pôdnych vzoriek pri teplote 25°C) po 1dni inkubácie v termostate pri teplote 25°C, celkovú mineralizáciu dusíka (TMN) a nitrifikáciu (NIT) po 14 dňovej aeróbnej inkubácii zeminy v termostate pri 25°C. V jesenných odberoch sme stanovili celkový obsah uhlíka mikrobiálnej biomasy (MB_C) hydratačnou metódou (Růžek, 1992) a počas roku 2005 sme pri každom odbere urobili rozbor na pH, obsah Cox (Tjurin), Nt (Kjeldahl), P, K, Ca, Mg (podľa Melicha III). Výsledky sme vyhodnotili štatistickou metódou viacnásobnej analýzy variancie s použitím LSD testu na 95 % hranici preukaznosti.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Botanické zloženie trávneho porastu sme hodnotili pred každou kosbou počas vegetačnej sezóny v rokoch 2004-2005. V roku 2004 vplyvom minerálneho hnojenia došlo pôsobením dusíkatých hnojív k zvýšeniu pokryvnosti tráv na 75 %. Aplikáciou PK hnojív sa zvýšilo zastúpenie bôbovitých v poraste, keď pokryvnosť dosiahla 40 %. Plochy hnojené maštalným hnojom sa vyznačovali vysokou pokryvnosťou tráv až 83 % a nízkym podielom bôbovitých a bylín. Z tráv sa po hnojení organickými hnojivami veľmi rozšíril pýr plazivý (*Elytrigia repens*), ktorého pokryvnosť dosahovala až 40%. V druhom roku (2005) došlo k zmenám v porovnaní s minulým rokom hlavne na variantoch hnojených maštalným hnojom sa zvýšil podiel bôbovitých a bylín.

V príspevku uvádzame hodnotenie úrody nadzemnej fytohmasy trávneho porastu a odber živín úrodou - N, P, K, Na, Ca, Mg, (tab. 1,2). Výsledky úrody a odberu živín nadzemnou fytohmou sú vyhodnotené viacnásobnou (multifaktorovou) analýzou variancie na 95% hladine preukaznosti LSD testu, kde ako faktory premenlivosti boli zohľadnené 2 roky sledovania a 6 variantov hnojenia.

Na premenlivosti úrody nadzemnej fytomasy sa významne podieľali roky (tab. 1). V roku 2004 sme zaznamenali úrodu $4,81 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ v roku 2005 štatisticky preukazne nižšiu $3,85 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. Vyššia teplota vzduchu a vyšší úhrn zrážok, hlavne v mesiacoch jún a august v roku 2004 mali výrazný vplyv na vyššiu produkciu. Odber živín N, P, Mg úrodou fytomasy bol v oboch rokoch sledovaných rokov vyrovnaný, odber K a Ca bol v roku 2004 štatisticky preukazne vyšší ako v roku 2005, odber Na bol preukazne vyšší v roku 2005. Na premenlivosť úrody a odboru živín úrodou sa významne podieľali aj varianty hnojenia (tab. 2). Najmenšiu úrodu nadzemnej fytomasy sme zaznamenali na 1 a 2 variante ($3,18$ resp. $3,47 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$), štatisticky preukazne vyššie úrody sa dosiahli na 3, 5 a 6 variante, najvyššie úrody sme zaznamenali na 4 variante ($5,36 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$). Podobnú tendenciu sme zaznamenali aj v odbere jednotlivých živín úrodou. Najnižšie odbory živín sme zaznamenali na 1 a 2 variante, štatisticky preukazne vyššie na 3, 5 a 6 variante a najvyššie odbory sme zaznamenali na 4 variante (hlavne N, Na, Ca a Mg). Výsledky mikrobiologického rozboru a agrochemických vlastností pôdy uvádzame v tab. 3 a 4. Množstvo uvoľneného CO_2 (R) v našom prípade reprezentuje stav rozvoja a aktivity pôdnej mikroflóry v termíne odboru určovanej prítomnosťou ľahko rozložiteľných foriem organických látok a vlhkosťou v pôde. Z priemerných hodnôt (tab. 3) vyplýva, že najmä aplikácia maštalného hnoja v oboch rokoch pozitívne ovplyvnila CO_2 (R), ktorá bola v porovnaní s nehnojeným variantom vyššia o 12 až 15%. Naopak pôsobenie dusíka aplikovaného v minerálnej forme sa prejavilo až v roku 2005 keď pri dávke 120 kg N na ha bola CO_2 (R) vyššia v porovnaní s nehnojenou pôdou v priemere o 18%. Minerálne a organické hnojenie výrazne stimulovalo TMN v pôde (tab. 3). V oboch rokoch sa prejavil najmä vplyv dávky 120 kg N na ha a to o 74% vyššou TMN než v kontrole. K zvýšeniu TMN došlo najmä vplyvom hnojenia maštalným hnojom a to hlavne pri použití dávky 12 t na ha . V priemere bola TMN v roku 2004 v tomto variante takmer 3-násobne vyššia než v nehnojenej pôde a o 90% vyššia než pri dávke 24 t na ha . Príčina slabšieho priebehu TMN v pôde s vyššou dávkou maštalného hnoja môže spočívať v príliš veľkom prísune organickej hmoty do pôdy a vzniku čiastočne zhoršených aeračných podmienok pre pôdnu mikroflóru. V druhom roku po aplikácii maštalného hnoja je síce TMN naďalej stimulovaná ale v podstate menšej miere než v roku 2004. Súčasťou mikrobiálnych premien dusíka v pôde je nitrifikácia, ktorej priebeh je okrem vlhkosti a teploty určovaný najmä dostatočným prevzdušnením pôdy a neutrálnou pôdnou reakciou. Výsledky NIT (tab. 3) možno hodnotiť zhodne ako TMN. Z toho vyplýva, že aktivita nitrifikačných baktérií nebola limitovaná nízkymi hodnotami pH, ale najmä dostatkom amoniaku v pôdnom prostredí. K preukaznému vzrastu NIT došlo v roku 2005 aj v pôde hnojenej P a K. Stimulácia mineralizácie dusíka vplyvom organického hnojenia je často hodnotená v súvislosti s možnosťou vyplavovania minerálnych foriem N. Na našom pokuse sme počas oboch rokov stanovovali veľmi nízku hladinu $\text{NO}_3\text{-N}$ v pôde okolo 5 mg na kg . Obsah MB_C v pôde bol pozitívne ovplyvnený hnojením a to najmä maštalným hnojom až v roku 2005 (tab. 3). Výnimkou je dávka 120 kg N na ha priemyselného hnojiva, ktorá pôsobila mierne inhibične. V najväčšej miere vzrástol obsah MB_C v pôde s dodaným P a K.

K najvýznamnejším zmenám v agrochemických vlastnostiach pôdy došlo najmä vplyvom maštalného hnoja (tab.4). Predovšetkým sa do určitej miery zmiernila pôdna acidita a vzrástol obsah Nt, Mg a P. Nárast obsahu Nt rovnako ako aj tendencia zlepšovania sa pomeru HK:FK naznačuje začiatok kvantitatívnych a kvalitatívnych zmien v pôdnej organickej hmote.

ZÁVERY

Na základe dvojročných výsledkov sledovania aplikácie minerálnych a organických hnojív sme dospeli k nasledujúcim záverom:

- hnojenie maštalným hnojom spôsobilo rozšírenie burinných druhov, hlavne pýru plazivého (*Elytrigia repens*) v r. 2004 v druhom roku došlo k zmenám na variantoch hnojených maštalným hnojom znížila sa pokryvnosť tráv, poklesol podiel pýru plazivého (*Elytrigia repens*) a došlo k rozšíreniu ďatelinovín a lúčnych bylín.
- na premenlivosť (variancii) úrody a odber živín úrodou nadzemnej fytomasy trávnych porastov majú štatisticky preukazný vplyv roky výskumu aj varianty hnojenia
- v roku 2004 sme dosiahli úrodu $4,81 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, v roku 2005 štatisticky preukazne nižšiu $3,85 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, čo predstavuje výrazné zníženie o $0,96 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, najmenšiu úrodu nadzemnej fytomasy sme zaznamenali na 1 a 2 variante ($3,18$ resp. $3,47 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$), štatisticky preukazne vyššie úrody sme dosiahli na variantoch hnojených maštalným hnojom a variantoch s vyššími dávkami minerálneho dusíka, podobnú tendenciu sme zaznamenali aj v odbere jednotlivých živín úrodou
- v roku 2005 aplikácia priemyselných hnojív ale najmä maštalného hnoja zvýšila štatisticky preukazne produkciu CO_2 , zvýšenie sme zaznamenali aj pri celkovej mineralizácii dusíka a nitrifikácii.
- zo sledovaných agrochemických vlastností pôdy podmienila aplikácia maštalného hnoja vzrast hodnôt pH a obsahu, Nt, Mg, P a do určitej miery aj Cox a Nt, rovnako ako aj tendencia zlepšovania sa pomeru HK:FK naznačuje začiatok kvantitatívnych a kvalitatívnych zmien v pôdnej organickej hmote.

LITERATÚRA

- VALARINI, J.P.: Integrated evaluation of soil quality after the incorporation of organic matter and microorganism. *Brazilian Journal of Microbiology* 33, 2002, n.1 .pp.35-40.
- WIDNER, T.L.: Soil organic mater and management of plant- parasitic nemathodes. *Journal of Nematology* 34, 2002, n.4 .pp.289-295.
- RŮŽEK, L.: C-biomasy půdních mikroorganismů stanovený hydratační metodou v orníční vrstvě půd. In *Metody stanovení mikrobiální biomasy v půdě: sborník referátu ze semináře, 2.-3. 6.1992, ÚPB ČSAV, České Budějovice, 1992, s. 18-26.*

Tabuľka 1: Odber živín úrodou za sledované roky

Rok	Úroda	Odber živín úrodou					
		N	P	K	Na	Ca	Mg
2004	4.81 b	87.88 a	13.40 a	89.44 b	1.07 a	36.76 b	13.73 a
2005	3.85 a	92.32 a	13.17 a	80.56 a	1.82 b	32.38 a	12.99 a
95% LSD	0.357	6.362	0.233	6.316	0.083	2.724	0.985

Tabuľka 2: Odber živín úrodou za sledované varianty

Variant hnojenia	Úroda	Odber živín úrodou					
		N	P	K	Na	Ca	Mg
1	3.18 a	62.69 a	9.67 a	61.82 a	1.12 a	25.41 a	9.77 a
2	3.47 a	77.09 b	10.74 b	72.28 a	1.23 a	31.42 b	11.03 a
3	4.52 b	93.28 c	12.34 b	91.98 b	1.49 b	37.32 c	13.52 b
4	5.36 c	113.33 d	14.77 c	93.66 b	1.73 c	44.76 d	16.68 c
5	4.76 bc	98.06 c	16.28 c	93.53 b	1.41 b	34.18 bc	14.36 b
6	4.68 b	96.15 c	15.90 c	96.73 b	1.67 c	34.35 bc	14.78 b
95% LSD	0.618	11.019	1.687	10.939	0.145	4.718	1.707

Tabuľka 3: Mikrobiologický rozbor pôdy za sledované roky

Treatment	CO ₂ (R)		TMN		NIT		MB_C	
	2004	2005	2004	2005	2004	2005	2004	2005
Kontrola	129,4ab	130,0ab	9,0a	12,5ab	9,6a	14,3a	1838,9c	1964,7a
30 P + 60 K	146,2ab	144,4bc	11,2ab	16,4bc	11,4ab	17,5b	1535,8a	2219,0d
60 N+30 P+60 K	120,1a	129,2a	13,1abc	12,2a	14,9bc	13,9a	1597,4ab	2075,1ab
120 N+30 P+60 K	136,0ab	153,9c	15,6bc	21,6d	16,0cd	20,7c	1700,2ab	1957,0a
60 N (maštal'ný hnoj)	147,4b	149,4c	26,3d	19,7cd	23,7e	20,8c	1741,3bc	2183,0bc
120 N (maštal'ný hnoj)	148,3b	146,0c	18,1c	18,6cd	19,8de	20,3bc	1597,4ab	2157,3bc

Medzi priemernými hodnotami v ktorých označení nie sú zhodné symboly sú štatisticky preukazné rozdiely (LSD test, P= 95%)

CO₂(R) - tzv. reaktívna produkcia CO₂ v pôde po 1 dni predinkubácie zeminy (mg CO₂. kg⁻¹. 1d⁻¹)

TMN - celková mineralizácia dusíka v pôde (mg NH₄-N. kg⁻¹. 14 d⁻¹)

NIT - nitrifikácia v pôde (mg NO₃-N. kg⁻¹. 14 d⁻¹)

MB_C - obsah uhlíka celkovej mikrobiálnej biomasy v pôde (mg C. kg⁻¹)

Tabuľka 4: Agrochemické vlastnosti pôdy za rok 2005

Variant	Cox	Nt	HK:FK	pH	P	K	Mg
Kontrola	28.6ab	2.6a	0.43a	3.91a	34.0b	99.8a	229.5a
30 P + 60 K	29.4b	2.8ab	0.43a	3.98a	17.1a	105.3a	312.7bc
60 N+30 P+60 K	26.2a	2.5a	0.43a	4.01ab	10.8a	102.9a	297.6b
120 N+30 P+60 K	27.4ab	2.6a	0.46a	4.16b	14.7a	99.2a	277.7b
60 N (maštal'ný hnoj)	28.5ab	3.1b	0.45a	4.02ab	110.2c	103.8a	334.6c
120 N (maštal'ný hnoj)	28.3ab	3.0b	0.46a	4.34c	23.4ab	99.9a	336.5c

Medzi priemernými hodnotami v ktorých označení nie sú zhodné symboly sú štatisticky preukazné rozdiely (LSD test, P= 95%)

Cox, Nt – g.kg⁻¹

P, K, Mg - mg.kg⁻¹

POĽNOHOSPODÁRSKE VYUŽÍVANIE HISTORICKÝCH KRAJINNÝCH ŠTRUKTÚR

Agricultural use of historical landscape structures

ĽUBOMÍR HANZES – IVETA ILAVSKÁ – NORBERT BRITAŇÁK

Centrum výskumu rastlinnej výroby – Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva, Banská Bystrica, Výskumné pracovisko Poprad

*Specific forms of anthropogenic land relief are a consequence of spontaneous and intentional traditional agricultural activities performed by man. The south-exposed terraced slopes at Liptovská Teplička are very rich in plant communities. At present, the extensive agricultural production results in abandonment of these sites followed by the processes of succession. A research trial was carried out in grassland of Arrhenatherion W. Koch 1926 association on shallow skeletal soil at 940 – 1047 m altitudes. Two-cut utilisation was simulated at stationary sampling plots. During three years of the research, repeated enhancement of species diversity was recorded. In the last year, more than 100 % increase was found in the species number (45 species) in comparison with the initial year (21 species). Some of the tall grasses (*Brachypodium pinatum*, *Calamagrostis varia*) disappeared but there were more species of the Fabaceae family and other herbs. The highest dry matter production was recorded in the first year, in both samplings of the first cut. And dry matter production differed significantly among years. The higher production of phytomass found at the start of research was a consequence of the accumulated dead plant litter preventing a development of less competitive species. Due to weather conditions dry matter production in next two years was lower.*

Key words: specific forms of anthropogenic relief, botanical composition, dry matter production

ÚVOD

Poľnohospodárska krajina strednej Európy sa vyvíjala niekoľko storočí až tisícročia, pričom často v nej pretrvávajú tzv. historické krajinné štruktúry, ktoré určujú charakter krajiny. Väčšinou sú späté s poľnohospodárskym využívaním krajiny a pretrvávajú, kým sa spôsob hospodárenia v krajine zásadne nemení (Halada, 2007). Mnohé lokality na Slovensku sú v súčasnosti unikátne z kultúrneho hľadiska a predstavujú neodmysliteľnú súčasť krajiny. Nejde len o sieť chránených území, naopak, sú to regióny, kde práve vyvážená hospodárska aktivita podporuje a stimuluje v krajine také ekosystémy, ktoré vznikli a môžu sa udržať iba vďaka nej (Hrnčiarová, 1991). Tieto špecifické formy antropogénneho reliéfu sa nachádzajú aj v katastri obce Liptovská Teplička. Okrem iného je v tejto lokalite zaujímavé hlavne zastúpenie terasovaných pásových polí, ktoré sú v súčasnosti lúčnymi spoločenstvami. Keďže tieto lokality v Liptovskej Tepličke vznikli ako dôsledok cieleného poľnohospodárskeho využívania, je v súčasnosti, pri útlme exploatácie trávnych porastov, dôležité zhodnotiť postupy ich revitalizácie nielen vo vzťahu k mimoprodukčným, ale aj produkčným funkciám, čo bolo aj cieľom príspevku.

MATERIÁL A METÓDA

Záujmové územie sa nachádza v katastri obce Liptovská Teplička (980-1047 m n. m.), v národnom parku Nízke Tatry. Priemerná svahovitosť predmetnej lokality je 16° s JV (90 – 130°) expozíciou. Pôdnym typom je kambizem typická na flyši (na výrazných svahoch 12-24°), stredne ťažká. Základné pôdne charakteristiky sú nasledovné: pH 4,5; humus 75,03 g kg⁻¹; N_t 6,35 g.kg⁻¹; P 6,43 mg.kg⁻¹; K 126,08 mg.kg⁻¹; Mg 151.47 mg.kg⁻¹. Pred začatím experimentálnych prác sme v roku 2002 urobili vstupnú floristickú inventarizáciu celej lokality. Trávny bol zaradený do zväzu *Arrhenatherion* W. Koch 1926. Na jednej z terás sme vybudovali stacionárne odberové miesto veľkosti 4 x 4 m. Na tomto priestore sme robili vstupnú a výstupnú inventarizáciu druhov a zároveň sme zisťovali úrody z plochy 1 m². Režim odberov vychádzal z dvojkosného využívania, s prvou kosbou alternovanou dvoma odbermi (1. odber pred začiatkom klasenia prevládajúcich trávnych druhov, 2. odber na začiatku klasenia prevládajúcich trávnych druhov). Druhá kosba sa uskutočnila v jednom termíne, podľa stavu porastu. Jednotlivé odbery a sledovania prebiehali počas rokov 2002 až 2004, výstupná floristická analýza na odberovom mieste bola realizovaná v roku 2005.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Nežiaduci fenomén opúšťania trávnych porastov sa týka v súčasnosti aj tých fytoocenóz, ktoré sú z hľadiska špecifickej diverzity, krajinárskych, prípadne historických atribútov veľmi cenné. Unikátne rastlinné spoločenstvá nachádzajúce sa na terasovitých pásových poliach v Liptovskej Tepličke, vznikali počas úprav terénu pre poľnohospodársku výrobu od roku 1634. K druhovo najbohatším patria hlavne južne exponované svahy poľných terás s jedinečnou termofilnou vegetáciou (*Seseli libanotis* L., *Cirsium eriophorum* (L.) SCOP. a *Laserpitium latifolium* L.).

Pri vstupnej botanickej inventarizácii celej lokality, sme zaznamenali druhy ako *Juniperus communis* L. a *Rosa* L. sp., ktoré poukazovali na nedostatočnú exploatáciu trávneho porastu, vedúcu k sukcesii. Zároveň

sme na stacionárnom odberovom mieste identifikovali druhy *Brachypodium pinatum* a *Calamagrostis varia*, ktoré sú charakteristické pre extenzívne až nevyužívané trávne porasty.

V roku 2002 bol počet všetkých druhov na odberovom mieste 23 (Tabuľka 1). Počas nasledujúcich troch rokov sme porast využívali kosením, pričom sme na odberovom mieste simulovali dve kosby. Po trojročnom využívaní porastu sme v roku 2005 na odberovom mieste zaznamenali viac ako 100% nárast početnosti druhov (Tabuľka 2). Pri inventarizácii druhov sme ich napočítali 47. V poraste sme už nezaznamenali výskyt niektorých vzrastnejších tráv, pričom sa rozšírili druhy z čeľade *Fabaceae* a niektoré byliny. Tento nárast mohol byť spôsobený presvetlením porastu a aktiváciou semien z pôdnych zásob. K podobným výsledkom dospeli aj iní autori (Sabatini *et al.*, 2003; Hejzman *et al.*, 2004), ktorí poukazovali na výrazný nárast druhovej početnosti, už pri krátkodobom využívaní opustených porastov.

Vyššia produkcia sušiny na začiatku sledovania bola spôsobená nahromadenou odumretou fytomasou, ktorá následne potláčala konkurenčne slabšie druhy. V prvom roku sledovania, v prvom odberovom termíne bola produkcia sušiny 2,371 t.ha⁻¹ (Tabuľka 3). Po 16 dňoch sa uskutočnil druhý odber, pričom produkcia vzrástla na 3,702 t.ha⁻¹. V druhej kosbe (11.9.) bola úroda 1,419 t.ha⁻¹.

Z hľadiska trojročného hodnotenia prvých dvoch odberov (1. kosba) sa najvyššia produkcia sušiny zaznamenala práve v tomto 1. roku sledovania, pričom boli medzi rokmi zistené vysoko preukazné štatistické rozdiely (Tabuľka 4). V druhej kosbe sme v porovnaní s týmto rokom zaznamenali vyššiu produkciu sušiny len v poslednom roku, so štatisticky vysoko významným rozdielom.

Nasledujúci rok (2003) bol charakteristický nižším úhrnom zrážok a vyššími teplotami (Tabuľka 5), čo sa prejavilo na produkcii fytomasy. Prvý odber bol realizovaný 5.6., s produkciou 1,435 t.ha⁻¹ (Tabuľka 3). V druhom odbere (21.6.) sme zaznamenali produkciu 2,653 t.ha⁻¹. Oproti prvému roku boli úrody v prvej kosbe v oboch odberoch preukazne nižšie a v porovnaní s posledným rokom vyššie. Rozdiel medzi druhými odbermi bol štatisticky vysoko významný a medzi odbermi prvými sme štatisticky významný rozdiel nezaznamenali (Tabuľka 4). Druhá kosba (5.9.) bola s úrodou 0,960 t.ha⁻¹ oproti ďalším dvom rokmi najmenej produkčná, pod čo sa podpísal nižší úhrn zrážok hlavne v VI., VII. a VIII. mesiaci (Tabuľka 5). V porovnaní s prvým rokom bol tento rozdiel štatisticky preukazný a rokom 2004 štatisticky vysoko preukazný.

V roku 2004 sme na tomto stanovišti zaznamenali najnižšie úrody v prvom využití počas troch rokov, čo mohlo byť okrem iného aj následkom nižších teplôt na začiatku vegetačného obdobia (Tabuľka 5), ktoré významne determinujú výšku úrod v prvých kosbách. Podľa Krajčoviča (2002) tvorbu nadzemnej trávnej biomasy charakterizuje striedanie nižších úrod s vyššími v jednotlivých využitíach a rokoch. To okrem rôznosmerného pôsobenia základných faktorov prostredia ovplyvňuje proces kumulácie a výdaja rezervných energetických látok v spojitosti s ďalšími kompenzačnými mechanizmami. Na tieto diferencie poukazuje aj štatistické hodnotenie (Tabuľka 4). Prvý odber v termíne 9.6. sa vyznačoval produkčnou schopnosťou 1,390 t.ha⁻¹ sušiny (Tabuľka 3). V druhom odbere (23.6.) sme zaznamenali úrodu 1,670 t.ha⁻¹. Úroda sušiny v druhej kosbe (17.9.) bola 2,333 t.ha⁻¹.

Pri hodnotení závislosti produkčnej schopnosti porastov na poveternostných podmienkach vyšla pri zrážkach záporná hodnota Pearsonovho korelačného koeficientu ($r = -0,4341$; $P = 0,07187$) a pri teplotách hodnota kladná ($r = 0,6285$; $P = 0,00522$).

ZÁVERY

- Pri hodnotení druhovej diverzity nevyužívaného trávneho porastu, nachádzajúceho sa na horských terasách s jedinečnou termofilnou flórou, sme po trojročnom využívaní zaznamenali viac ako 100% - ný nárast druhovej diverzity.
- Antropogénny vplyv v minulosti spolu s orografickými činiteľmi prispel k zmenám stanovištných podmienok, čo vyústilo k vytvoreniu mezoxerofilného spoločenstva s nízkou produkčnou schopnosťou. Porast na tomto stanovišti môžeme následne zaradiť medzi menej produkčný.
- Kosné využívanie týchto antropogénnych foriem reliéfu je jednou z možných alternatív na zvyšovanie a udržanie ich druhovej pestrosti a tým aj krajinárskej hodnoty.

LITERATÚRA

- HALADA, L.: Biodiverzita poľnohospodárskej krajiny na Slovensku. In *Životné prostredie*. roč. 41, 2007, č. 1, s. 30-34.
- HEJCMAN, M., PAVLU, V. and GAISLER, J.: Vegetation structure under unmanaged, grazed and cut grassland in the Giant Mountains, Czech Republic In *Land Use Systems in Grassland Dominated Regions, Proceedings of the 20th General Meeting of the European Grassland Federation*, Luzern, Switzerland, pp. 213-215.
- HRNČIAROVÁ, T.: Bola raz jedna krajina... (K rozvoju Zamaguria). *Životné prostredie*, 4, pp. 213 - 215.
- KRAJČOVIČ, V.: Ekológia trávneho porastu VI., zv. I a II. Banská Bystrica : VÚTPHP, 395 s. ISBN 80-968890-7-9.

SABATINI, S., ALBERTOSI, A., ARGENTI, G., BIANCHETTO, E., STAGLIANO, N.: Improvement of pastures encroached by shrubs through animal grazing in an Italian Alpine environment. In *Optimal forage systems for animal production and the environment*. Pleven, Bulgaria.- EGF Grassland science in Europe. Volume 8, 2003, p. 74-76, ISBN 954-8456-54-0.

Tabuľka 1: Prezencia druhov na odberovom mieste v roku 2002

<i>Festuca pratensis</i>	<i>Laserpitium latifolium</i>
<i>Brachypodium pinatum</i>	<i>Ranunculus acris</i>
<i>Calamagrostis varia</i>	<i>Veronica chamaedrys</i>
<i>Dactylis glomerata</i>	<i>Campanula patula</i>
<i>Avenella flexuosa</i>	<i>Tithymalus cyparissias</i>
<i>Luzula luzuloides</i>	<i>Vicia cracca</i>
<i>Lotus corniculatus</i>	<i>Alchemilla vulgaris</i>
<i>Trifolium repens</i>	<i>Stellaria graminea</i>
<i>Helianthemum nummularium</i>	<i>Achillea millefolium</i>
<i>Rumex acetosa</i>	<i>Dianthus carthusianorum</i>
<i>Leontodon autumnalis</i>	<i>Nardus stricta</i>
<i>Taraxacum officinale</i>	

Tabuľka 2: Prezencia druhov na odberovom mieste v roku 2005

<i>Avenula pubescens</i>	<i>Myosotis</i> sp.
<i>Trisetum flavescens</i>	<i>Carlina acaulis</i>
<i>Festuca arundinacea</i>	<i>Campanula patula</i>
<i>Festuca pratensis</i>	<i>Leontodon autumnalis</i>
<i>Phleum pratense</i>	<i>Leucanthemum vulgare</i>
<i>Nardus stricta</i>	<i>Arabis hirsuta</i>
<i>Briza media</i>	<i>Hypericum perforatum</i>
<i>Festuca rubra</i>	<i>Dianthus carthusianorum</i>
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	<i>Campanula persicifolia</i>
<i>Luzula nemorosa</i>	<i>Taraxacum officinale</i>
<i>Trifolium pratense</i>	<i>Plantago media</i>
<i>Trifolium montanum</i>	<i>Centaurea jacea</i>
<i>Trifolium medium</i>	<i>Sanguisorba officinalis</i>
<i>Trifolium repens</i>	<i>Alchemilla vulgaris</i>
<i>Coronilla varia</i>	<i>Thymus serpyllum</i>
<i>Vicia cracca</i>	<i>Tithymalus cyparissias</i>
<i>Lotus corniculatus</i>	<i>Crepis biennis</i>
<i>Hieracium pilosella</i>	<i>Daucus carota</i>
<i>Stellaria graminea</i>	<i>Viola odorata</i>
<i>Veronica chamaedrys</i>	<i>Tragopogon orientalis</i>
<i>Galium verum</i>	<i>Ranunculus acris</i>
<i>Fragaria vesca</i>	<i>Cerastium arvense</i>
<i>Rumex acetosa</i>	<i>Achillea millefolium</i>
<i>Helianthemum nummularium</i>	

Tabuľka 3: Úrody sušiny

Rok	Kosba	Odber	t.ha ⁻¹
2002	1.	1.	2,371
		2.	3,702
2003	1.	1.	1,435
		2.	2,653
2004	1.	1.	1,390
		2.	1,670
	2.	1.	2,333

Tabuľka 4: Hodnoty hraničných diferencií pre produkciu sušiny

Rok	LSD	1. kosba		2. kosba
		1. odber	2. odber	1. odber
2002-2004	0,05	0,409	0,485	0,438
	0,01	0,620	0,735	0,663

LSD - hraničná diferencia na hladine preukaznosti $\alpha = 0,05$ a $\alpha = 0,01$ Tabuľka 5: Priemerné denné teploty t_d (°C) a sumy zrážok R (mm) v rokoch 2002-2004

Rok	t_d / R	M e s i a c												VO	Rok
		I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.		
2002	t_d	-3,8	1,9	3,1	6,21	14,03	16,2	17,7	16,7	10,2	5,59	3,6	-6,4	13,56	7,1
	R	14	26,5	16,6	10,8	74,1	76,6	130,7	115,4	55	103	12,4	24,2	462,3	659,3
2003	t_d	-4,6	-6,1	0,9	5,2	14,5	16,8	17,1	17,8	11,2	4,0	3,6	-1,9	13,8	6,6
	R	23,7	7,9	9,8	40,6	79,5	33,6	99,9	24,3	44,9	29,5	14,3	12,8	322,8	420,8
2004	t_d	-6,4	-2,1	1,1	7,1	9,9	14,4	15,9	16,0	10,9	8,0	2,0	-2,0	12,4	6,3
	R	20,9	46,3	31,9	45,8	86,9	113,4	157,2	84,5	23,1	50,2	45,5	10,3	510,9	716,0

OBSAH DUSÍKATÝCH LÁTOK V ZRNE KUKURICE PRI PÔDOOCHRANNÝCH SPÔSOBOCH PESTOVANIA

Content of nitrogenous substances in grain of maize at soil conservation technologies of cultivation

ANDREJ HNÁT – DANICA ŠARIKOVÁ

Centrum výskumu rastlinnej výroby – Výskumný ústav agroekológie Michalovce

*The content of nitrogenous substances in grain of maize (*Zea mays* L.) hybrid DK 440 (FAO 320) was investigated between 2006 and 2009 years. Experiments were carried out on heavy clay-loamy soil of the East Slovak Lowland (Gleyic Fluvisol). Three technologies of soil cultivation (conventional tillage – KA, minimum tillage – MA, no-tillage – PS) and two levels of fertilization (b_1 – 90 kg ha⁻¹ N, 30 kg ha⁻¹ P, 90 kg ha⁻¹ K; b_2 – 90 kg ha⁻¹ N, 30 kg ha⁻¹ P) were examined. The average value of nitrogenous substances in grain of maize was 7.92 g 100 g⁻¹ (range of experimental variants was from 6.84 to 9.49 g 100 g⁻¹). Experimental year had statistically very significant effect to content of nitrogenous substances. Effect of soil tillage was statistically significant. The highest average content of nitrogenous substances in grain of maize was determined for minimum tillage and that was 8.16 g 100 g⁻¹. Effect of examined levels of fertilization on content of nitrogenous substances in grain of maize wasn't statistically significant.*

*Key words: *Zea mays* L. (grain maize), soil tillage, NPK fertilization, nitrogenous substances in grain*

ÚVOD

Kukurice zrná je kvôli svojim obsahovým látkam cennou národohospodárskou potravinárskou, krmnou a priemyselnou komoditou. Zrná krmnej kukurice má v porovnaní s krmnou pšenicom, jačmeňom a ovsom najväčšiu brutto energiu, vďaka najvyššiemu obsahu - bezdusíkatých látok výťažkových, škrobu, celkových cukrov a tuku. Obsah dusíkatých látok (NL) je u kukurice a ostatných obilnín vo všeobecnosti nízky (Bíro et al., 2010). V slovenských technických normách pre potravinársku kukuricu a krmnú kukuricu (STN 46 1100-8; STN 46 1200-6) pri jej nákupe sa v technických požiadavkách a požiadavkách na kvalitu obsah NL neдекларuje. Jeho poznanie a možnosti ovplyvňovania sú však dôležité z hľadiska porovnávacej bilancie najmä pri výživarských prepočtoch. Spôsob obrábania pôdy zohráva veľmi dôležitú úlohu v systéme hospodárenia na pôde aj z hľadiska možného ovplyvňovania kvalitatívnych parametrov produkcie. Keďže obrábanie pôdy predstavuje energeticky a ekonomicky najnáročnejšiu časť produkčného procesu, v celosvetovom meradle sa najmä preto uplatňujú snahy na uplatnenie tzv. pôdochranných systémov obrábania pôdy. Ich podstatou je rôzny stupeň redukcie klasického (konvenčného) obrábania pôdy orbou, t. j. obrácania vrchného plastu pôdy a jeho náhrada rôznymi spôsobmi minimalizačného (redukovaného) obrábania pôdy s ponechaním pozberových zvyškov. Krajnou hranicou minimalizácie je tzv. no-tillage, priama sejba do neobrobenej pôdy. Diferencovaným aspektom minimalizačného 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 pôdochrannými technológiami zaoberali viacerí autori, ako napr. Miština et al. (1993), Žák et al. (2002), Hnát (2009), Hnát et al. (2003), Kováč et al. (2005), Kotorová - Hnát (2005).

Cieľom príspevku je dokumentovať vplyv troch rozdielnych spôsobov obrábania pôdy pri dvoch diferencovaných úrovniach hnojenia na obsah dusíkatých látok v zrne kukurice siatej pestovanej v podmienkach ťažkej glejovej pôdy v agroekologicky špecifickej oblasti Východoslovenskej nížiny.

MATERIÁL A METÓDA

Poľný pokus s kukuricom siatou, hybrid DK 440 (stredne skorý, FAO cca 320), bol zakladaný každoročne v rokoch 2006 - 2009 v dlhodobej stacionárnej sústave striedania plodín CVRV – Ústavu agroekológie Michalovce na experimentálnom pracovisku v Milhostove na fluvizemi glejovej (FM_G) v oblasti Východoslovenskej nížiny (VSN). FM_G sú podľa Novákovej klasifikačnej stupnice ťažké, ílovito-hlinité pôdy, s priemerným obsahom zrn I. kategórie vyšším ako 53 %. Vznikli v dôsledku dlhodobého pôsobenia podzemnej a povrchovej vody, najmä na ťažkých aluviálnych sedimentoch. Ornica je hrudkovitej štruktúry s vysokou pútačou schopnosťou, ťažko priepustná v celom profile. V hĺbke 0,7 – 0,8 m sa nachádza tmavosivý až žltosivý íl. Ich agronomické vlastnosti sú významne ovplyvňované vysokým obsahom ílovitých častíc. Nadmorská výška pokusného stanovišťa je 101 m a patrí do teplého a veľmi suchého nížinného kontinentálneho klimatického regiónu.

Kukurica sa pestovala v 4-honovom osevnom postupe: pšenica letná forma ozimná - kukurica siata - jačmeň siaty jarný - sója fazuľová pri dvoch úrovniach hnojenia priemyselnými hnojivami (b_1 – 90 kg.ha⁻¹ N, 30 kg.ha⁻¹ P, 90 kg.ha⁻¹ K; b_2 – 90 kg.ha⁻¹ N, 30 kg.ha⁻¹ P). Porovnávali sme tri spôsoby obrábania pôdy s nasledovnými úkonmi: klasická agrotechnika (KA) - podmietka, ošetrovanie podmietky, jesenná orba, predsejbová príprava pôdy (kultivácia radličkovým podmietačom); minimalizačná agrotechnika (MA) -

podmietka, ošetrovanie podmiety, kultivácia radličkovým podmietačom pred sejbou do hĺbky 100 mm; priama sejba do nepripravenej pôdy (PS) - bez akejkoľvek kultivácie od zberu predplodiny po zber kukurice. Uvedené spôsoby obrábania pôdy boli realizované pri všetkých plodinách počas celého pokusného obdobia. Pri všetkých spôsoboch obrábania pôdy sa sialo sejačkou Kinze 2000. Dusík bol aplikovaný vo forme síranu amónneho (20,5 % N), liadku amónneho (27,5 % N) a amofosu (12 % N), fosfor vo forme trojitého superfosfátu (47,0 % P) a amofosu (49 % P) a draslík vo forme chloridu draselného (59,8 % K). Priemerné chemické zloženie ornice (0 - 300 mm) fluvizeme glejovej pred založením pokusu bolo: obsah celkového dusíka - 1600 mg.kg⁻¹, obsah prístupného fosforu - 50 mg.kg⁻¹, obsah prístupného draslíka - 240 mg.kg⁻¹, obsah prístupného horčíka - 460 mg.kg⁻¹, obsah humusu - 3,2 % , výmenná pôdna reakcia - 6,3. Každý variant obrábania pôdy mal plochu 414 m² (18 x 23 m) a bol štyrikrát opakovaný. Kukurica sa zberala ručne vo fáze plnej zrelosti z plochy 32,2 m² (1,4 x 23 m). Úrody zrna sú uvádzané pri sušine 86 %. Obsah dusíkatých látok sa stanovil metódou podľa Kjeldahla v laboratóriu ústavu (obsah dusíka x prepočítací koeficient 6,25). Výsledky boli matematicko-štatisticky vyhodnotené. viacfaktorovou analýzou v programe Statgraphics.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Výsledky analýzy obsahu NL v pokusoch za obdobie rokov 2006 – 2009 sú uvedené v tabuľkách č. 1 až 3.

Obsah NL (tab. 1) dosiahol priemernú hodnotu 7,92 g.100 g⁻¹ (rozpätie v závislosti od variantov od 6,84 do 9,49 g.100 g⁻¹). Vojtaššáková et al. (1999) udáva priemernú hodnotu tohoto ukazovateľa 9,09 s rozpätím od 7,48 do 14,00 g.100 g⁻¹. Angelovič – Angelovičová – Detko (2004) v pokusoch s analýzou obsahových látok kukurice používanej pri výžive kurčiat udávajú obsah NL 8,62 g.100 g⁻¹. Molnárová – Kovács (2004) v pokuse s hybridmi kukurice v kukuričnej výrobnnej oblasti uvádzajú podobné obsahy NL - v závislosti od termínu sejby od 8,3 g.100 g⁻¹ (15. máj), 8,5 g.100 g⁻¹ (20. apríl) do 8,7 g.100 g⁻¹ (5. apríl). Bíro et al. (2010) pri porovnávej štúdií krmovinárskych hodnôt obilnín uvádza pre kukuricu obsah NL 8,71 g.100 g⁻¹. Všetky uvádzané hodnoty v súlade s našimi výsledkami.

Najvýraznejší spomedzi troch skúmaných faktorov (pokusné roky, obrábanie pôdy, hnojenie) bol vplyv pokusného roku. Maximálny vplyv pokusného roku na zvýšenie obsahu NL dosahoval hodnotu 10,4 % - v roku 2007. Tento rok bol extrémne suchý a najnepriaznivejší v porovnaní s ostatnými pokusnými rokmi. V porovnaní s tridsaťročným normálom bola v ňom vo vegetačnom období najvyššia priemerná denná teplota vzduchu (vyššia o 12 %) a najnižší zrážkový úhrn (nižší o 6 %).

V porovnaní s klasickou agrotechnikou a priamou sejbou do neobrobenej pôdy bol pri minimalizačnej agrotechnike zistený v priemere za pokus vyšší obsah NL – o 4,7 %.

Dané pokusné hnojenie, keď sa oba varianty pri rovnakej dávke dusíka a fosforu líšili len absenciou K (vo variante b₂) neovplyvnilo priemerný obsah NL.

Tabuľka 1: Obsah NL v zrne kukurice pri pôdoochranných spôsoboch pestovania (g.100 g⁻¹)

Obrábanie pôdy	Hnojenie	Roky				Priemer	Porovnanie v %
		2006	2007	2008	2009		
KA	b ₁	7,80	8,13	8,39	7,70	8,01	-
	b ₂	6,94	7,86	7,98	7,45	7,56	-
	priemer	-	-	-	-	7,79	100,0
MA	b ₁	7,85	8,79	7,77	7,94	8,09	-
	b ₂	7,16	8,37	7,88	9,49	8,23	-
	priemer	-	-	-	-	8,16	104,7
PS	b ₁	7,52	8,76	7,21	6,84	7,58	-
	b ₂	8,66	8,84	6,81	7,75	8,02	-
	priemer	-	-	-	-	7,80	100,1
Priemer b ₁		7,72	8,56	7,79	7,49	7,89	100,0
Priemer b ₂		7,59	8,36	7,56	8,23	7,94	100,6
Celkový priemer		7,66	8,46	7,68	7,86	7,92	-
Porovnanie v %		100,0	110,4	100,3	102,6	-	-

KA – klasická agrotechnika; MA – minimalizačná agrotechnika; PS – priama sejba do nezoranej pôdy, b₁ – 90 kg N.ha⁻¹, 30 kg P.ha⁻¹, 90 kg K.ha⁻¹; b₂ – 90 kg N.ha⁻¹, 30 kg P.ha⁻¹

Z viacfaktorovej analýzy rozptylu obsahu NL (tabuľka 2) vyplýva, že obsah NL bol štatisticky vysoko preukazne ovplyvnený pokusným rokom a štatisticky preukazne ovplyvnený obrábaním pôdy. Vplyv hnojenia nebol štatisticky preukazný.

Tabuľka 2: Viacfaktorová analýza rozptylu obsahu NL v zrne kukurice siatej

Zdroj variability	d. f.	F - vypočítané	P
pokusné roky	3	9,466	++
obrábanie pôdy	2	4,000	+
hnojenie	1	0,112	-
opakovanie	3	0,063	-
zvyšok	86		
celkom	95		

d. f. - stupne voľnosti; P - preukaznosť ($^{++} < P 0,01$; $^{+} P 0,01 - 0,05$; $P > 0,05$)

Mnohonásobný test porovnávania obsahu NL (tabuľka 3) dokumentuje rozdiely v jeho výške: medzi spôsobmi obrábania pôdy – MA – 8,16 oproti PS – 7,80 a KA – 7,79 g.100 g⁻¹ (medzi PS a KA rozdiel nebol rozdiel v homogenite) a medzi pokusným rokom 2007 oproti ostatným rokom (medzi rokmi 2006, 2008 a 2009 pritom rozdiely v homogenite neboli).

Tabuľka 3: Mnohonásobný test porovnávania obsahu NL v zrne kukurice siatej

Faktor		Priemer, g.100 g ⁻¹	Homogénna skupina	
pokusné roky (Hd _{0,05} = 0,34)	2006	7,66	x	
	2008	7,68	x	
	2009	7,86	x	
	2007	8,46		x
obrábanie pôdy (Hd _{0,05} = 0,30)	KA	7,79	x	
	PS	7,80	x	
	MA	8,16		x
hnojenie (Hd _{0,05} = 0,24)	b ₁	7,89	x	
	b ₂	7,94	x	

Hd_{0,05} - hraničná diferencia pri hladine preukaznosti $\alpha = 0,05$

V slovenskej technickej norme pre potravinársku kukuricu - zrno kukurice siatej (*Zea mays* L.) určenej na výrobu mlynských jedlých výrobkov a kukuričného škrobu (STN 46 1100-8) sa v technických požiadavkách a požiadavkách na jej kvalitu pri jej nákupe deklaruje vlhkosť zrna a nečistoty a pri zrne určenom na výrobu škrobu navyše aj obsah škrobu a klíčivosť. V slovenskej technickej norme pre krmnú kukuricu (STN 46 1200-86) pri jej nákupe sa v technických požiadavkách a požiadavkách na jej kvalitu deklaruje tiež len vlhkosť zrna, prímеси a nečistoty. Obsah NL sa v oboch normách nedefinuje. Obsah NL a možnosti jeho regulácie majú však význam pri výpočtoch výživovej hodnoty, resp. pre poznanie hodnotovej úrovne pri porovnávacích štúdiách bilancie dusíka a dusíkatých látok, a preto sú predmetom výskumného záujmu.

ZÁVERY

o V pôdochranných systéme pestovania (minimalizačná agrotechnika, priama sejba do neobrobenej pôdy) a klasickej agrotechnike, pri dvoch úrovniach hnojenia (b₁ – 90 kg N.ha⁻¹, 30 kg P.ha⁻¹, 90 kg K.ha⁻¹; b₂ – 90 kg N.ha⁻¹, 30 kg P.ha⁻¹) v podmienkach ťažkých glejových pôd Východoslovenskej nížiny (fluvizeme glejovej) v pokusných rokoch 2006 – 2009 obsah dusíkatých látok v zrne kukurice siatej (hybrid DK 440, FAO 320) dosiahol priemernú hodnotu 7,92 g.100 g⁻¹ (rozpätie v závislosti od variantov od 6,84 do 9,49 g.100 g⁻¹).

o Obsah dusíkatých látok v zrne bol štatisticky vysoko preukazne ovplyvnený pokusným rokom a štatisticky preukazne - obrábaním pôdy (najvyšší obsah bol zistený pri minimalizačnej agrotechnike).

o Vplyv skúmaných úrovní hnojenia, keď sa oba varianty pri rovnakej dávke dusíka a fosforu líšili len absenciou draslíka v jednom z nich, na obsah dusíkatých látok v zrne nebol štatisticky preukazný.

LITERATÚRA

ANGELOVIČ, M. - ANGELOVIČOVÁ, M. - DETKO, I. Zber kukurice, jej spracovanie a využitie vo výžive výkrmových kurčiat (*Collection of corn, its processing and using in nutrition of fattening chickens*). In: Aktuálne problémy riešené v agrokomplexe. Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2004. s. 395-399. ISBN 80-8069-448-6

BÍRO, D. – GÁLIK, B. – ŠIMKO, M. - JURÁČEK, M. – ROLINEC, M. – ŠEVČÍK, P.- KURUC, M.: Porovnanie energetickej hodnoty zrn obilnín stanovenej rozdielnymi metódami (*Comparison of cereale*

- grain energy value detected by different methods). In: Acta fytotechnica et zootechnica, roč. 13, 2010, č. 3, s. 64-66. ISSN 1336-9245
- ČUPA, J.: Vliv zpracování půdy k předplodině na výnos zrnové kukurice a ozimé pšenice v sušší oblasti jižní Moravy. In: Rostl. výr., vol. 46, 2000, N. 3, s. 113-117. ISSN 0370-663X
- ETANA, A. et al.: Effects of tillage depth on organic carbon content and physical properties in five Swedish soils. In: Soil Tillage Res., vol. 52, 1999, N. 3-4, pp. 129-139. ISSN 0167-1987
- HAO, X. – CHANG, C. – LINDWALL, C. W.: Tillage and crop sequence effects on organic carbon and total nitrogen content in an irrigated Alberta soil. In: Soil Tillage Res., vol. 62, 2001, N. 3-4, pp. 167-169. ISSN 0167-1987
- HNÁT, A.: Závislosť úrody zrna kukurice siatej (*Zea mays* L.) od rozdielnych spôsobov obrábania pôdy a poveternostných podmienok. In: Agriculture (Poľnohospodárstvo), roč. 55, 2009, č.3, s. 148–155. ISSN 0551-3677
- HNÁT, A. – MATI, R. – BALLA, P.: Špecifiká využívania bezorbového systému v podmienkach ťažkých pôd Východoslovenskej nížiny. In: Udržateľné poľnohospodárstvo a rozvoj vidieka. Nitra: SPU, 2003, pp. 52-55. ISBN 80-8069-246-7
- KNEŽEVIĆ, M. – DURKIĆ, M. – KNEŽEVIĆ, I. – LONČARIĆ, Z.: Effects of pre-and post-emergence weed control on weed population and maize yield in different tillage systems. In: Plant Soil Environ., vol. 49, 2003, N. 5, pp. 223-229. ISSN 1214-1178
- KOTOROVÁ, D. – HNÁT, A.: 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 (Poľnohospodárstvo), vol. 51, 2005, N. 10, pp. 521-527. ISSN 0551-3677
- KOVÁČ, K. – MACÁK, M. – ŠVANČÁRKOVÁ, M.: 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
- LÓPEZ-FANDO, C. – ALMENDROS, G.: 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.: The influence of tillage treatments on water infiltration. In: Plant, Soil Environ., vol. 49, 2003, N. 7, pp. 298-306. ISSN 1214-1178
- MIŠTINA, T. et al.: Ochranné obrábanie pôdy (*Protective tillage of soil*). 1. vyd. Piešťany : VÚRV, 1993. 167 p. ISBN 80-7137-125-4
- MOLNÁROVÁ, J. - KOVÁCS, T. Influence of the planting period on the quality and yield the grain corn (*Vplyv termínu sejby na kvalitu a výšku úrody zrna kukurice*). In: VAVRIŠINOVÁ, K. - KORCOVÁ, Z. *Topical tasks solved in agro-food sector : book of abstracts from International scientific seminar, Nitra 19. November 2004*. 1. vyd. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2004, ISBN 80-8069-447-8
- SLOVENSKÁ TECHNICKÁ NORMA STN 46 1100-8. Potravinárske obilniny. Časť 8: Zrno potravinárskej kukurice. Slovenský ústav technickej normalizácie. 2002.
- SLOVENSKÁ TECHNICKÁ NORMA STN 46 1200-6. Krmne obilniny. Časť 6: Zrno krmnej kukurice. Slovenský ústav technickej normalizácie.
- STIPEŠEVIĆ, B. – KLADIVKO, E. J.: Effects of winter wheat cover crop desiccation times on soil moisture, temperature and early maize growth. In: Plant Soil Environ., vol. 51, 2005, N. 6, pp. 255 - 261. ISSN 1214-1178
- SUŠKEVIČ, M.: Dlouhodobý vliv různého zpracování půdy na výnosy zrna kukurice a ozimé pšenice. In: Rostl. výr., vol. 41, 1995, N. 2, pp. 55-58. ISSN 0370-663X
- VOJTAŠŠÁKOVÁ, A. et al.: Obilniny a strukoviny. Potravinové hľuzy. Bratislava, 1999. s. 122-123. ISBN 80-85330-62-8
- ŽÁK, Š. – KOVÁČ, K. – LEHOCKÁ, Z.: 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 (Poľnohospodárstvo), vol. 48, 2002, N. 9, pp. 472-481. ISSN 0551-3677

Adresy autorov: Ing. Andrej Hnát, Ing. Danica Šariková, CSc., Centrum výskumu rastlinnej výroby - Výskumný ústav agroekológie Michalovce, Špitálska 1273, 071 01 Michalovce, hnata@minet.sk, sarikova@minet.sk

VPLYV APLIKÁCIE SUPERABSORBENTU NA PARAMETRE KOREŇOVEJ SÚSTAVY A NADZEMNEJ BIOMASY RASTLÍN PŠENICE

Impact of superabsorbent on root and shoot parameters of winter wheat seedlings

KATARÍNA HRČKOVÁ¹ – BOHUSLAV ŽÚŽÍ² – RADOSLAV KABAŠTA¹

¹Centrum výskumu rastlinnej výroby – Výskumný ústav rastlinnej výroby Piešťany

²PeWaS s.r.o.

Field experiment with winter wheat was focused on examination of seed treatment by superabsorbent polymer (SAP). Seed treatment was performed by commercial SAP Aquaholder Seed in dose of 10 g per each kilogram of seeds. Impact of SAP on root and shoot parameters of winter wheat seedlings was assessed. Autumn accumulation of dry mater into roots and stems of treated plants was significantly more effective. Number of lost plants after winter reduction was higher for untreated variant. Values of total length, surface area and volume of root system after winter period were higher in case of plants grown from treated seeds. Spring regeneration of plants was also affected positively by SAP application. Higher number of new roots and significantly more tillers were recorded for treated variant. These results indicate that application of SAP directly on seeds makes growing conditions more favorable for winter wheat seedlings.

Keywords: superabsorbent polymer, winter wheat, seedlings, root system, dry mater

ÚVOD

Stres zo sucha je jeden z hlavných limitujúcich faktorov, ktoré ovplyvňujú rast a produkciu poľných plodín a spôsobujú mnoho problémov v poľnohospodárstve (Yazdani, 2007). Reakcie rastlín indukované týmto stresom možno rozdeliť do niekoľkých kategórií. Okrem biochemických a molekulárnych zmien v rastlinách sú najviac viditeľné a najľahšie merateľné fyziologické odpovede (Shao, 2008). K týmto, okrem iných, patrí redukcia rastovej rýchlosti. Rast je vo svojej podstate najcitlivejším fyziologickým procesom, pretože nedostatok vody prudko potláča rast a množenie buniek z dôvodu nízkeho turgoru v rastlinných pletivách.

Pôdoochranné technológie alebo závlaha sú tradičné prvky, spojené so šetrením, resp. dopĺňaním vody do pôdy. Inou, menej známou možnosťou sú hydrofilné agens - skupina superabsorbentov. Najčastejšie sa využívajú v záhradníctve a kvetinarstve (Jurica a kol., 2011, Orzeszyna a kol., 2006), trávnikárstve (Jankowski a kol., 2010) aj lesníctve. Údaje z oblasti aplikácie superabsorbentov práve v poľnohospodárstve na Slovensku zatiaľ absentujú. Zahraniční autori sa väčšinou zhodujú na spôsobe paušálnej aplikácie superabsorbentu priamo do pôdy (Robiul, 2011, Yu, 2011) v dávkach, ktoré hľadajú rozumný kompromis medzi vlastnosťami pôdy, potrebami plodín a ekonomickou stránkou aplikácie.

Cieľom príspevku je vyhodnotiť pôsobenie superabsorbentu aplikovaného priamo na osivo pšenice letnej f. ozimnej na kvantitatívne parametre koreňovej sústavy a nadzemnej časti rastlín v skorých rastových fázach.

MATERIÁL A METÓDA

Pokus bol založený na pokusnej lokalite CVRV – VURV Piešťany v Borovciach pri Piešťanoch v roku 2012. Lokalita patrí do kukuričnej výrobnjej oblasti a klimatického regiónu KT 2 (veľmi teplý a mierne suchý, TS 10 = 2800 až 3000 °C). Dlhodobý teplotný normál je 9,1 °C, dlhodobý zrážkový normál 595 mm. Pôda je černoziem degradovaná na spraši (černoziem hnedozemná), s pH 5,5–7,2, dobrým obsahom prístupného draslíka, stredným obsahom fosforu a vysokým obsahom horčíka. Je stredne ťažká, s hĺbkou humusového horizontu 0,4–0,5 m a s obsahom humusu 1,8–2,0 %. Hĺbka podzemnej vody je viac ako 15 m.

Testovacou plodinou bola pšenica letná f. ozimná. Predplodinou bola kukurica na zrnno. Konvenčná príprava pôdy zahŕňala jesennú orbu (do hĺbky 0,2 m), jarnú úpravu povrchu, zapracovanie hnojív a predsejbovú prípravu. Pokus prebiehal v podmienkach bez závlahy a bol zasiaty 22.10.2012 s výsevom – 4,5 mil.kl.zrn na hektár. Fosfor a draslík boli aplikované pred sejbou. Dávka dusíka bola rozdelená na tri časti. Prvá časť bola aplikovaná pred sejbou (30 kg N.ha⁻¹ LAV), regeneračné hnojenie v dávke 40 kg N.ha⁻¹ (LAV) 6.3.2013 a skoré produkčné v dávke 45 kg N.ha⁻¹ LAV bolo aplikované 28.5.2013. Herbicídy Mustang (v dávke 0,6 l.ha⁻¹, s účinnou látkou florasulam a 2,4-D vo forme 2-ethylhexyl esteru) a Lontrel 300 (v dávke 0,3 l.ha⁻¹, s účinnou látkou clopyralid) boli aplikované 19.4.2013 a fungicíd Falcon 460 EC (v dávke 0,6 l.ha⁻¹, s účinnými látkami spiroxamine 250 g.l⁻¹, tebuconazole 167 g.l⁻¹ a triadimenol 43 g.l⁻¹) 10.5.2013. Insekticídna ochrana rastlín nebola realizovaná.

Varianty ošetrovania osíva:

Neošetrené osivo – kontrola (1)

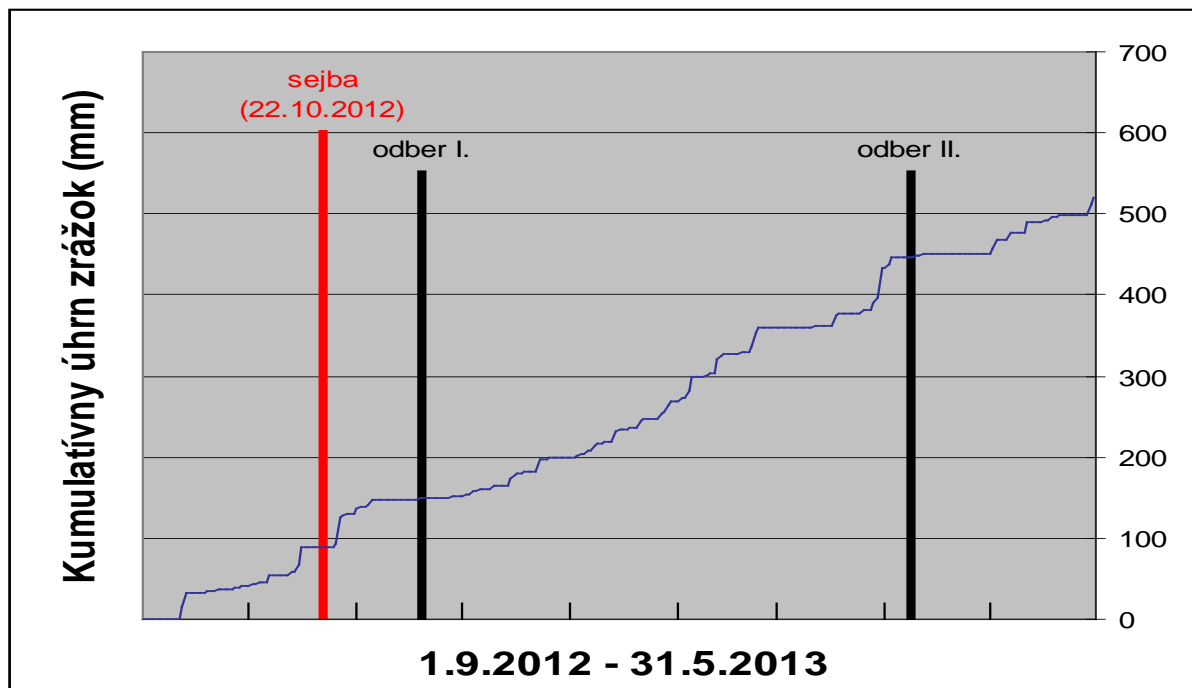
Osivo ošetrené prípravkom Aquaholder Seed (2), čo je polymérny superabsorbent na báze polyakrylamidu. Je to sieťovaný kopolymér akrylamidu a draselného akrylátu, ktorý je vo vode nerozpustný

Meteorologické údaje (maximálna, minimálna a priemerná denná teplota, úhrn zrážok) na pokusnej lokalite boli nepretržite merané a zaznamenávané v dennom kroku. Zrážková situácia na pokusnom pozemku a načasovanie odberu vzoriek sú zobrazené na obr.1.

Vzorky rastlín boli odobrané v dvoch termínoch – na jeseň 19.11.2012 (odber I.) a na jar 8.4.2013 (odber II.) z kontrolných variantov a variantov ošetrovaných prípravkom Aquaholder Seed. Z koreňovej sústavy bola pod tečúcou vodou na sitách odstránená pôda, kamienky a nečistoty. Korene boli naskenované vo vysokom rozlíšení proti kontrastnému pozadiu a analyzované pomocou programu SmartRoot (Lobet, 2011). Vzorky boli následne vysušené a odvážené.

Výsledky analýzy koreňových snímkov (celková dĺžka, povrch a objem koreňovej sústavy jednotlivých rastlín) boli štatisticky vyhodnotené v programe Statgraphics Plus 5.1 metódou jednofaktorovej analýzy rozptylu. Rozdiely priemerov boli porovnané pomocou HSD Tukey testu ($P < 0,05$).

Obrázok 1: Kumulatívny úhrn zrážok – lokalita Borovce (mm).



VÝSLEDKY A DISKUSIA

Vlastnosti koreňovej sústavy, hlavne jej dĺžka a sorpčný povrch sú dôležité parametre koreňového systému. Rozvinutý koreňový systém poskytuje výhodu možnosti rýchlejšieho rastu a získania vody z hlbších vrstiev pôdy. (Shao, 2008). Priemerné hodnoty jednotlivých kvantitatívnych parametrov koreňovej sústavy na jeseň a na jar sú uvedené v tabuľke 1 a 2. Sledované parametre koreňovej sústavy (celková dĺžka, povrch a objem) v čase jesenného odberu boli priaznivejšie v prospech kontrolného variantu. Ošetrované rastliny vyprodukovali vyššie množstvo sušiny v koreňoch aj v nadzemných orgánoch. Predpokladáme, že neskorá sejba a dostatočná vlhkosť pôdy aj vzduchu v prvých týždňoch po sejbe boli príčinou, že sa neprejavili väčšie zmeny.

Rozdiely v kvantitatívnych parametroch koreňovej sústavy medzi variantmi v čase jarného odberu už boli výraznejšie a orientované v prospech rastlín ošetrovaných superabsorbentom. Nárast biomasy koreňov aj nadzemnej biomasy pri použití superabsorbentu bol zaznamenaný inými autormi pri kukurici, sóji, šaláte, zeleri a mnohých iných druhoch, ale hlavne pri pestovaní tráv, čo je oblasť v ktorej sa najviac používa tento substrát. Agaba a kol. (2011) uvádzajú, že psinček výbežkatý pestovaný v pôde s prídavkom superabsorbentu tvoril hustejšiu koreňovú sústavu. Dokonca zaznamenali prítomnosť tzv. „koreňových agregátov“, kde korene tesne obklopovali gélové fragmenty – zdroj vlhkosti. Efektívnosť využitia vody rastlinami bola podstatne vyššia ako v prípade kontrolných rastlín. Hmotnosť čerstvých koreňov ošetrovaných rastlín v tomto poľnom pokuse bola viac ako dvojnásobne vyššia v porovnaní s kontrolným variantom. Obsah vody v koreňoch bol štatisticky významne vyšší o 7,8 %. Podobne aj nadzemná biomasa bola viac nasýtená vodou (o 3,2 %), i keď tento rozdiel nebol až taký výrazný, no taktiež štatisticky významný.

Shao a kol. (2008) publikuje, že pomer biomasy koreňov a nadzemnej biomasy stúpa v podmienkach, kedy sú rastliny vystavené vodnému stresu. Jeho záver podporuje hypotézu, že superabsorbent dokáže mladým

rastlinám poskytnúť vodu z prostredia, ktorá je pre rastliny z neošetreného osiva nedostupná. V poľnom pokuse bol tento ukazovateľ v oboch odberových termínoch signifikantne vyšší v prípade neošetrených rastlín. V jarnom období sa teda luxusný príjem vody prejavil rýchlejšou regeneráciou koreňovej sústavy rastlín (obr.7) a štatisticky významne tvorbou odnoží (obr.6). Tento fakt indikuje predpoklad, že rastliny vo vyššom vývojovom štádiu dokážu lepšie využiť dusík z regeneračného hnojenia.

Prírastok dĺžky koreňovej sústavy medzi dvoma termínmi vzorkovania na kontrolnom neošetrenom variante predstavoval 52,74 cm a na ošetrovom variante 86,35 cm (obr.2). Aplikácia superabsorbentu zabezpečila nárast celkovej dĺžky koreňového systému o 33,6076 cm, čo predstavuje 63,72 % v porovnaní s kontrolou. Rovnaký trend nárastu je po aplikácii superabsorbentu viditeľný aj pri parametroch „povrch“ a „objem“ koreňovej hmoty (obr. 3 a 4). Koreňová sústava rastlín ošetrovaných prípravkom Aquaholder Seed vykazovala vyššie prírastky za sledované časové obdobie aj v týchto znakoch.

ZÁVERY

Ošetrovanie osiva pšenice prípravkom Aquaholder Seed malo pozitívny vplyv na:

- preukazne vyššiu akumuláciu sušiny koreňov aj nadzemnej biomasy po založení porastov,
- menšiu redukciu rastlín vyzimovaním,
- celkovú dĺžku, povrch a objem koreňovej sústavy na jar a tvorbu nových koreňov,
- významne rýchlejšie odnožovanie na jar,
- významne vyšší obsah vody v pletivách koreňa aj nadzemných častí rastlín na jar.

Pod'akovanie: Táto práca vznikla vďaka podpore v rámci OP Výskum a vývoj pre projekt: Systémová biológia pre ochranu, reprodukciu a využitie rastlinných zdrojov Slovenska (ITMS 26210120022), spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

LITERATÚRA

- AGABA, H., ORIKIRIZA, L., J., B., OBUA, J., KABASA, J., B., WORBES, M., HÜTTERMANN, A., 2011, Hydrogel amendment to sandy soil reduces irrigation frequency and improves the biomass of *Agrostis stolonifera*, In: Agricultural Sciences, Vol.2, No.4, 544-550, doi:10.4236/as.2011.24071
- JANKOWSKI, K., JANKOWSKA, J., SOSNOWSKI S., 2011, Coloring of lawns established on the basis of red fescue depending on application of superabsorbent and various fertilizers, In: Acta Sci. Pol., Agricultura 10(3), 67-75
- JURICA, M., NEDOROST, E., POKLUDA, R., 2011, Vplyv hydroabsorbentu a mykorízneho prípravku na kvalitu sadby šalátu a intenzitu fotosyntézy v podmienkach meniacej sa pôdnej vlhkosti, In: Úroda, ISSN 0139-6013, str. 2012-2018
- LOBET, G., Pagès, L. and Draye, X.: A Novel Image Analysis Toolbox Enabling Quantitative Analysis of Root System Architecture. In: Plant Physiology, 2011, Vol. 157, pp 29-39. doi: 10.1104/pp.111.179895
- ORZESZYNA, H., GARLIKOWSKI, D., PAWLOWSKI, A., 2006, Using of geocomposite with superabsorbent synthetic polymers as water retention element in vegetative layers, In: International Agrophysics, Vol.20, pg. 201-206
- ROBIUL ISLAM, M., HU, H., FEI, Ch., QIAN, X., EGRINYA ENEJI, A., XUE, X., Application of superabsorbent polymer: A new approach for wheat (*Triticum aestivum* L.) production in drought-affected areas of northern China, In: Food, Agriculture and Environment, 2011, Vol. 9(1), pg. 304-309
- SHAO, H.-B., CHU, L.-Y., JALEEL, Ch., A., ZHAO, Ch.-X., 2008, Water-deficit stress-induced anatomical changes in higher plants, In: C. R. Biologies, Vol.331, pages 215-225
- YAZDANI, F., ALLAHDADI, I., AKBARI, G., A., 2007, Impact of superabsorbent polymer on yield and growth analysis of soybean (*Glycine max* L.) under drought stress contition, In: Pakistan Journal of Biological Sciences, Vol 10 (23), ISSN 1028-8880, pg. 4190-4196
- YU, J., SHAINBERG, I., YAN, Y.L., SHI, J.G., LEVY, G.J., MAMEDOV, A.I., 2011, Superabsorbents and semiarid soil properties affecting water absorption, In: Soil Science Society of America Journal, Vol. 75 (6), pg 2305-2313

Tabuľka 1: Jesenný odber

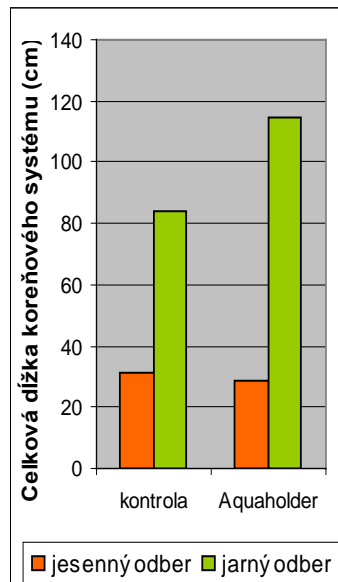
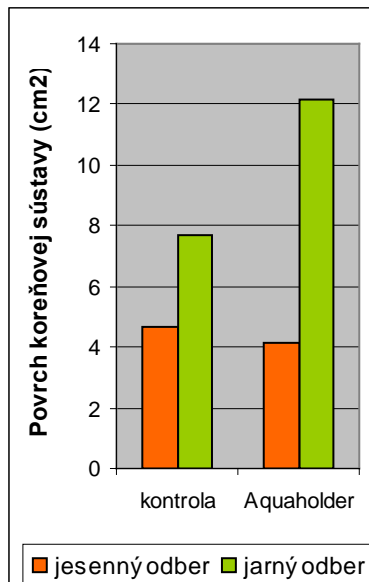
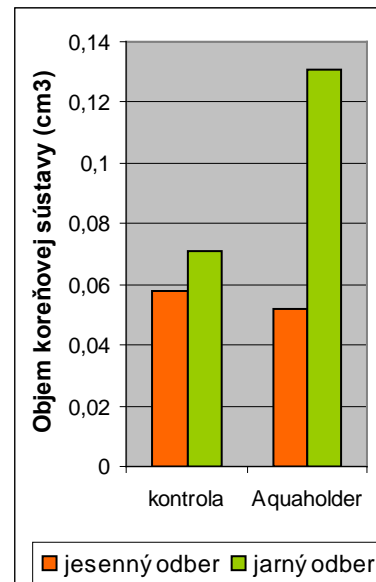
Sledované parametre	jedn.	Kontrola	Aqua holder Seed	Priem.	Hd _{0,05}
Celková dĺžka koreňovej sústavy	cm	31,4282^a	28,5606 ^a	29,994	5,7357
Celkový povrch koreňovej sústavy	cm ²	4,6577^a	4,1381 ^a	4,3979	0,8343
Celkový objem koreňovej sústavy	cm ³	0,0583^a	0,0516 ^a	0,0550	0,1109
Hmotnosť koreňa (čerstvá)	g	0,058^a	0,053 ^a	0,056	0,0104
Obsah sušiny koreňov	%	12,58 ^a	14,29^b	13,44	0,4970
Hmotnosť nadzemnej biomasy (čerstvá)	g	0,092^a	0,068 ^b	0,08	0,0154
Obsah sušiny v nadzemnej biomase	%	12,66 ^a	16,68^b	14,67	1,2201
Pomer koreňovej a nadzemnej biomasy	-	0,994^b	0,856 ^a	0,925	0,0822

Tabuľka 2: Jarný odber

Sledované parametre	jedn.	Kontrola	Aqua holder Seed	Priem.	Hd _{0,05}
Celková dĺžka koreňovej sústavy	cm	84,17 ^a	114,91^a	99,54	57,997
Celkový povrch koreňovej sústavy	cm ²	7,675 ^a	12,159^a	9,917	7,3718
Celkový objem koreňovej sústavy	cm ³	0,0708 ^a	0,1310^a	0,1009	0,0976
Hmotnosť koreňa (čerstvá)	g	0,0417 ^a	0,1067^b	0,0742	0,0531
Obsah sušiny koreňov	%	20,39^b	12,55 ^a	16,47	1,6225
Hmotnosť nadzemnej biomasy (čerstvá)	g	0,3917 ^a	0,665^a	0,5284	0,5935
Obsah sušiny v nadzemnej biomase	%	16,18^b	12,99 ^a	14,585	1,7691
Pomer koreňovej a nadzemnej biomasy	-	1,261^b	0,966 ^a	1,1135	0,1459

Odlíšne písmeno v riadku znamená štatisticky významný rozdiel na hladine $P < 0,05$ v tab. 1 a 2

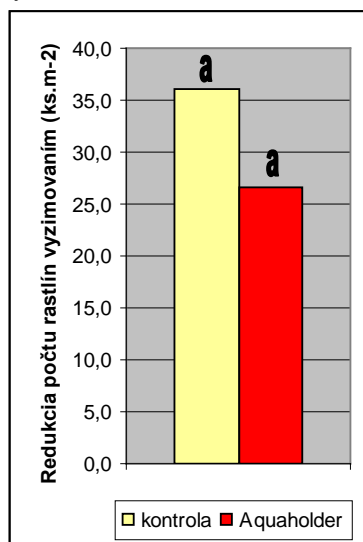
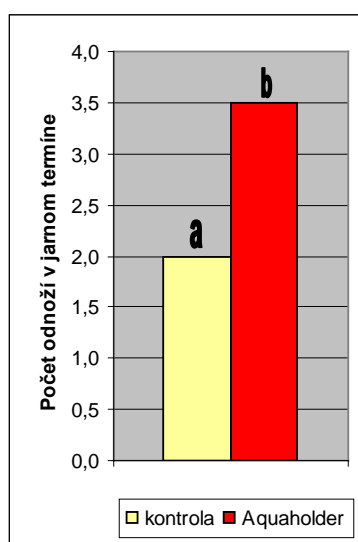
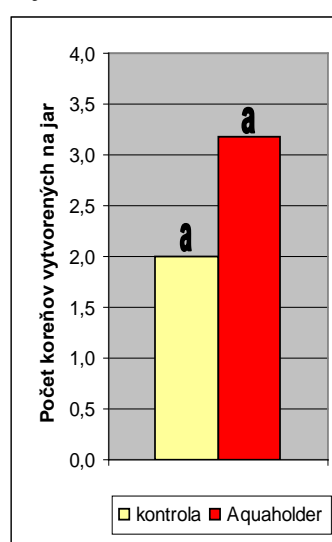
Obrázok 2: Celková dĺžka koreňového systému rastlín pšenice (cm).

Obrázok 3: Povrch koreňového systému rastlín pšenice (cm²).Obrázok 4: Objem koreňového systému rastlín pšenice (cm³).

Tabuľka 3: Prírastok jednotlivých parametrov koreňovej sústavy za obdobie medzi jesenným a jarným odberom vzoriek.

Sledované parametre	Jedn.	Kontrola	Aquaholder Seed	Rozdiel	Index*
Celková dĺžka	cm	52,7418	86,3494	33,6076	1,6372
Celkový povrch	cm ²	3,0173	8,0209	5,0036	2,6583
Celkový objem	cm ³	0,0125	0,0794	0,0669	6,3520

*Index (ošetrené osivo/kontrola)

Obrázok 5: Redukcia počtu rastlín vyzimovaním (ks.m⁻²)Obrázok 6: Počet odnoží na jar (ks.rastlina⁻¹)Obrázok 7: Počet nových koreňov na jar (ks.rastlina⁻¹).

Stĺpec označený odlišným písmenom znamená štatisticky významný rozdiel na hladine $P < 0,05$.

HD_{Tukey(0,05)} : vyzimovanie: 57,826; odnože: 1,253; počet nových koreňov: 1,209

PESTOVANIE LUCERNY SIATEJ V HORSKEJ VÝROBNEJ OBLASTI

Lucerne growing in a mountainous production area

IVETA ILAVSKÁ – NORBERT BRITAŇÁK – ĽUBOMÍR HANZES

Centrum výskumu rastlinnej výroby – Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva Banská Bystrica

A research of application and yields of two lucerne cultivars (*Kamila*; *Tereza*) and one grass/lucerne mixture was carried out at Liptovská Teplička site (altitude 960 m; Eutric Cambisol soil type; loamy soil texture; geological substratum: carbonates; mean annual rainfall 950 mm; mean rainfall over the growing season 525 mm; mean daily temperature 3.5°C; mean daily temperature over the growing season 9.5°C). In the sowing year, one weed-controlling cut was done and results indicated a possible development of sward when affected by unfavourable weather conditions which existed at the beginning and the end of growing season in that year. The first harvesting year was characterized by good canopy and vitality of sward with the dry matter (DM) production of 6 - 7 t ha⁻¹. By comparison with the first harvesting year, an interesting increase in yields was recorded in the first two cuts in the second harvesting year, in which the respective yields of the cultivars and of the grass/lucerne mixture were higher by 1.287, 1.236 and 2.394 t ha⁻¹ in the 1st cut and by 2.457, 1.867 and 1.956 t ha⁻¹ in the 2nd cut. In the second harvesting year, the total yields were higher by 3.654, 3.124 and 3.815 t ha⁻¹, respectively.

Key words: alfalfa, grass/legume mixture, species composition, dry matter yield

ÚVOD

Pre podhorské a horské oblasti je z d'atelinovín najvýznamnejším druhom d'atelina lúčna (*Trifolium pratense* L.), ale v ostatnom období nachádza stále väčšie uplatnenie v krmovinevej základni týchto oblastí aj lucerna siata (*Medicago sativa* L.). Cenená je pre vysokú a pomerne istú výkonnosť a prispôsobivosť klimatickým podmienkam, preto sa do určitej miery uplatňuje aj v zemiakárskej výrobnnej oblasti (Lichner a kol., 1983). Úroda krmiva je pri lucerne veľmi variabilná, a to v dôsledku rôznych environmentálnych agronomických vplyvov a vo všeobecnosti produkcia sena varíruje v rozsahu od 3-4 do 10-15 metrických ton na hektár pôdy (Bolton a kol., 1972). Řiha (2009) uvádza výšku úrody sušiny lucerny siatej v úžitkových rokoch od 17,70 do 18,95 t.ha⁻¹.

Cieľom predkladaného príspevku je poukázať na adaptabilitu dvoch odrôd lucerny siatej a ich uplatnenie v horskej výrobnnej oblasti.

MATERIÁL A METÓDA

Maloparcelkový pokus bola založený v katastri obce Liptovská Teplička, v nadmorskej výške 960 m. Pôdnym typom bola kambizem typická, pôdnym druhom hlinitá pôda, geologický substrát tvoria karbonátové horniny. Dlhodobý priemer zrážok za rok je 950 mm, za vegetáciu 525 mm, dlhodobý priemer denných teplôt za rok predstavuje 3,5 °C, za vegetáciu 9,5 °C.

Do sledovaní boli zaradené dve odrody lucerny siatej a jedna jej odroda v kombinácii s medzirodovým hybridom tráv: odroda Kamila, odroda Tereza, lucernotrávna miešanka - LTM (lucerna siata Tereza + MRH Achilles).

Pred sejbou sa do pôdy zapravili minerálne hnojivá v dávkach 30 kg N.ha⁻¹ - štartovacia dávka, 30 kg P.ha⁻¹ a 60 kg K.ha⁻¹. V úžitkových rokoch sa dusíkatá výživa nepoužila a dávky P a K sa upravovali podľa obsahu týchto prvkov v pôde a nadzemnej fytomase.

Porasty boli v každom roku využívané 3 x kosbou, pričom termín 1. kosby sa stanovil na obdobie do začiatku kvitnutia lucerny siatej.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Pred prvou kosbou v roku sejby boli sledované porasty výrazne infestované nesiatymi druhmi, čo viedlo k vykonaniu odburiňovacej kosby. Z trávnych druhov to bol predovšetkým pýr plazivý (*Agropyron repens* (L.) P. BEAUV.: 5%-8%), z bôbovitých druhov hlavne vika vtáčia a d'atelina plazivá (*Vicia cracca* L.: 5% a *Trifolium repens* L.: 2%). Zo skupiny ostatných bylín mali najvyššie zastúpenie ruman roľný (*Anthemis arvensis* L.: 4%-6%), pastierska kapsička (*Capsella bursa - pastoris* (L.) MED.: 4%-7%), horčica roľná (*Sinapis arvensis* L.: 2%-4%) a veronika obyčajná (*Veronica chamaedrys* L.: 3%-5%). Po odburiňovacej kosbe klesol podiel ostatných bylín na 5%-13%, pričom sa súčasne zvýšila prezencia siatych druhov. Upravili sa aj plochy prázdnych miest, čo prispelo k tvorbe kompaktných porastov.

V prvom úžitkovom roku boli porasty sledovaných odrôd lucerny a LTM pri dorastaní do 1.kosby v podobnom stave ako v lete a v jeseni v roku sejby. O niečo vyššie zastúpenie oproti predchádzajúcemu roku sme zaznamenali pri odrode Tereza, pričom táto odroda mala vyššie zastúpenie aj v miešanke s MRH Achilles (tabuľka 1). Pri monokultúrach bol zaznamenaný pomerne vysoký podiel ostatných bylín aj tráv (nesiatych

druhov), čo pri LTM neplatilo. Tu bol porast kompaktný a iba mierne zaburinený. Ako ďalej vyplýva z tabuľky, pri dorastaní do druhej kosby sa na úkor bylín mierne zvýšilo zastúpenie odrody Kamila v monokultúre. Pri dorastaní do tretej kosby sa podiel lucerny vo všetkých troch variantoch zvýšil dosť výrazne, čo sa odrazilo aj na vyššej produkcii sušiny v tejto kosbe (tabuľka 2). Hoci rozdiel medzi produkciou monokultúr a miešanky predstavoval $0,801 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (Kamila vs. LTM) a $0,780 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (Tereza vs. LTM), neboli medzi týmito variantami zaznamenané štatisticky významné rozdiely. Tie sa nezistili ani medzi odrodami v čistej kultúre. Z uvedenej tabuľky 2 ďalej vyplýva, že rozdelenie úrod v roku nekopirovalo schému poklesu od prvej po tretiu kosbu. Najnižšia bola produkcia v druhej kosbe, prvá a tretia kosba boli pomerne vyrovnané.

Tabuľka 1: Floristické zloženie porastov (%) – 1.úžitkový rok

Agrobotanická skupina/druh/variant	Kamila	Tereza	LTM
1. kosba			
Trávy	16	14	45/42*
Bôbovité	58/49*	67/62*	46/44*
Ostatné byliny	20	16	6
Prázdne miesta	6	3	3
2. kosba			
Trávy	19	15	37/33*
Bôbovité	57/52*	63/59*	49/44*
Ostatné byliny	14	11	7
Prázdne miesta	10	10	7
3. kosba			
Trávy	3	4	40/40*
Bôbovité	91/85*	89/87*	58/56*
Ostatné byliny	5	7	2
Prázdne miesta	1	+	-

* za čiarou podiel siateho druhu

Tabuľka 2: Produkcia sušiny ($\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$) a jej rozdelenie v kosbách (%) – 1.úžitkový rok

Variant	1.kosba		2.kosba		3.kosba		Suma
	$\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$	%	$\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$	%	$\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$	%	
Kamila	2,262	36	1,252	20	2,706	44	6,220
Tereza	2,628	42	1,191	19	2,422	39	6,241
LTM	2,490	35	1,357	19	3,175	45	7,021
LSD _{0,05}							1,24

Druhý úžitkový rok bol charakterizovaný nárastom podielu lucerny v porastoch, s miernou výnimkou (oproti prvému roku) tretej kosby. Aj napriek tomu je evidentné, že v tomto roku boli porasty z hľadiska sledovaného obdobia v najlepšom stave. Zaznamenaný bol najnižší podiel prázdnych miest a tiež nižšie zastúpenie bylín (tabuľka 3). Najlepší stav porastov sa, prirodzene, preniesol do výšky úrod sušiny. Zaznamenali sme vôbec jej najvyššie hodnoty počas sledovaného obdobia. Z tabuľky 4 je evidentný nárast produkcie sušiny v porovnaní s predchádzajúcim rokom o $3,654 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ pre odrodu Kamila; o $3,124 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ pre odrodu Tereza a o $3,815 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ pre LTM.

Tabuľka 3: Floristické zloženie porastov (%) – druhý úžitkový rok

Agrobotanická skupina/druh/variant	Kamila	Tereza	LTM
1. kosba			
Trávy	12	13	27/22*
Bôbovité	79/64*	76/70*	65/51*
Ostatné byliny	7	9	7
Prázdne miesta	2	2	1
2. kosba			
Trávy	6	5	18/15*
Bôbovité	78/70*	87/80*	76/75*
Ostatné byliny	16	8	6
Prázdne miesta	+	+	+
3. kosba			
Trávy	3	4	10./8*
Bôbovité	90/80*	90/86*	86/84*
Ostatné byliny	7	6	4
Prázdne miesta	+	+	+

* za čiarou podiel sateho druhu

Tabuľka 4: Produkcia sušiny (t.ha⁻¹) a jej rozdelenie v kosbách (%) – 2.úžitkový rok

Variant	1.kosba		2.kosba		3.kosba		Suma
	t.ha ⁻¹	%	t.ha ⁻¹	%	t.ha ⁻¹	%	
Kamila	3,549	36	3,709	38	2,616	26	9,874
Tereza	3,864	41	3,058	33	2,443	26	9,365
LTM	4,884	45	3,313	31	2,639	24	10,836
LSD _{0,05}							3,159

Z tabuľky 5 vyplýva, že pri parametroch výživnej hodnoty sa vo väčšine kosieb nedosiahli požadované hodnoty (Petrikovič a kol., 2000). Len v prvom úžitkovom roku sme zaznamenali dostatočné hodnoty dusíkatých parametrov v druhej kosbe a energetických parametrov v tretej kosbe. Hodnoty medzi jednotlivými variantami kolísali a podľa štatistického hodnotenia boli zistené signifikantné rozdiely v prvom úžitkovom roku pri energetických ukazovateľoch. Vo všetkých prípadoch sa tieto rozdiely zistili medzi odrodami lucerny a medzi odrodou Kamila a LTM.

Tabuľka 5: Výživná hodnota

Rok	Kosba	Variant	PDIN	PDIE	NEL	NEV	ME
			g.kg ⁻¹ sušiny		MJ.kg ⁻¹ sušiny		
1.úžit.	1.	Kamila	89,09	78,32	5,86	5,76	9,86
		Tereza	98,11	83,82	5,32	5,07	9,13
		LTM	111,74	79,38	5,43	5,20	9,29
	2.	Kamila	104,74	79,49	5,72	5,61	9,65
		Tereza	121,96	89,78	5,25	4,99	9,03
		LTM	104,29	84,33	5,25	5,00	9,02
	3.	Kamila	86,94	78,17	5,84	5,75	9,84
		Tereza	81,37	77,43	5,30	5,06	9,08
		LTM	75,06	75,30	5,24	5,01	8,98
LSD _{0,05}			34,343	8,870	0,154	0,166	0,245
2.úžit.	1.	Kamila	72,61	68,52	5,40	5,17	9,24
		Tereza	71,81	68,32	5,38	5,15	9,21
		LTM	66,20	70,02	5,53	5,33	9,43
	2.	Kamila	82,11	70,11	5,36	5,12	9,18
		Tereza	89,33	69,69	5,14	4,91	8,81
		LTM	104,29	84,33	5,25	5,00	9,02
	3.	Kamila	108,89	73,94	5,30	5,05	9,10
		Tereza	102,09	72,61	5,30	5,06	9,10
		LTM	75,06	75,30	5,24	5,01	8,98
LSD _{0,05}			36,152	9,293	0,243	0,251	0,384

ZÁVERY

- Zo zaradených odrôd lucerny siatej mala v oboch rokoch vyšší podiel v porastoch odroda Tereza.
- Podiel lucerny siatej v lucernotrávnej miešanke bol v druhom úžitkovom roku v porovnaní s prvým vyšší vo všetkých troch kosbách.
- Odroda Tereza dosiahla v čistej kultúre v porovnaní s odrodou Kamila vyššie úrody sušiny iba v prvom úžitkovom roku, v druhom mala výrazne vyššiu úrodu odroda Kamila.
- V druhom úžitkovom roku výrazne stúpili úrody oboch odrôd lucerny siatej a aj jednoduchej lucernotrávnej miešanky.
- Ukazovatele výživnej hodnoty väčšinou nedosiahli požadovanú úroveň.
- Len v prvom úžitkovom roku sa zaznamenali dostatočné hodnoty dusíkatých parametrov, a to v druhej kosbe a energetických parametrov v tretej kosbe.

LITERATÚRA

- BOLTON, J. L., GOPLEN, B. P., BAEZINGER, H. 1972. World distribution and historical developments. In HANSON, C. M. (Ed.): *Alfalfa science and technology*. Am. Soc. Agron., Madison, WI (USA), 1972, s. 1-34.
- BURTON, J. 1984. Legume inoculants and their use. Rome : FAO, 1984, 75 p.
- LICHNER, S., KLESNIL, A., HALVA, E. 1983. Krmovinárstvo. Bratislava : Príroda, 1983, 548 s.
- PETRIKOVIČ a kol. 2000. Výživná hodnota krmív. I. časť. Nitra : VÚŽV, 2000. ISBN 80-88872-12-X.
- ŘÍHA, P. 2009. Doporučené odrůdy vojtešky, jetele plazivého a jílku vytrvalého. In *Picninářské listy*, roč. XVI., 2009, s. 5-8..

EKONOMICKÁ ANALÝZA PESTOVANIA CIROKU ZRNOVÉHO

The economic analysis of sorghum cultivation

JANA JAKUBOVÁ – LADISLAV KOVÁČ – DANA KOTOROVÁ

Centrum výskumu rastlinnej výroby – Výskumný ústav agroekológie Michalovce

In Milhostov, on Experimental place-work of PPRC – ARI Michalovce, field treatment with sorghum was carried out in year 2011. Three technologies of stand establishment and three nutrition levels were examined. The production parameters of sorghum were observed and economic analyses of various cultivation technologies were made. The costs on work measures for conventional soil tillage were nearly 378 € ha⁻¹. For less MA₁ minimum soil tillage these costs were lower by 158.06 € ha⁻¹. MA₂ minimum soil tillage denoted 129.32 € cost saving per 1 ha. The lowest total costs were determined for less MA₁ minimum tillage variant with NPK fertilization and it was 674.82 € ha⁻¹. The highest total costs were ascertained for conventional tillage variant with soil conditioner HUMAC agro and it was 1072.89 € ha⁻¹. For all examined technologies the highest gain was achieved for variant with PRP sol application. From comparison of tillage technologies influenced, that the conventional tillage with PRP sol was best when the gain was 1689 € ha⁻¹. It was calculated, for gain at conventional tillage variant with NPK application is needed to achieve sorghum yield over 3.54 t ha⁻¹, for variant with PRP sol application it is 4.16 t ha⁻¹ and for variant with HUMAC agro it is 4.57 t ha⁻¹.

Key words: sorghum, soil conditioners, soil tillage, economic analysis

ÚVOD

Ciroke patria v našich podmienkach k poľným plodinám, ktoré sú najodolnejšie voči suchu. Overovanie pestovania zrnových cirokov na Slovensku súvisí s očakávanými dopadmi klimatických zmien, keď sa predpokladá zmena klímy v smere miernejších a vlhkejších zím a horúceho a suchého počasia v letnom období. Pestovateľské technológie cirokov sú podobné ako pri kukurici (Kováč, Jakubová 2013), ale ekonomika ich pestovania sa v niektorých položkách líši. Pri kukurici sú jednotlivé technológie pestovania na ťažkých pôdach overované a vyhodnocované už dlhšiu dobu Hnát (2009, 2010), ale pri zrnových cirokoch je pomerne málo literatúry (Ungera, 1988, Newman et al., 2009) dokumentujúcej ekonomickú efektívnosť jeho pestovania. Cieľom príspevku bolo analyzovať ekonomiku pestovania cirokov pri rôznych spôsoboch obrábania pôdy a výživy.

MATERIÁL A METÓDA

Samotný pokus s cirokom zrnovým bol založený v roku 2011 v poľnom stacionárnom pokuse v Milhostove s pevným osevným postupom plodín. Pôdy sú tu ťažké fluvizeme glejové. Sú charakterizované ako ťažké, ilovito-hlinité pôdy s priemerným obsahom ilovitých častíc vyšším ako 53 %. Pokus sa založil pri troch úrovniach obrábania pôdy: : KA – konvenčné obrábanie, MA₁- nižší stupeň minimalizácie, MA₂- stredný stupeň minimalizácie a troch úrovniach využitia pôdnych kondicionérov a hnojív: NPK – hnojenie NPK; PRP sol – hnojenie N + kondicionér "PRP sol"; HUMAC agro – hnojenie NPK + pôdny kondicionér "HUMAC agro").

Pri konvenčnom obrábaní pôdy sa po zbere predplodiny urobila podmietka, potom stredná orba a predsejbová príprava radličkovým kypričom a sialo sa sejačkou Kuhn-Planter 2. Pri nižšom stupni minimalizácie sa pred sejbou pôda pripravila radličkovým kypričom a sialo sa sejačkou Kinze 2000. Pri strednom stupni minimalizácie sa po zbere predplodiny urobila podmietka radličkovým podmietacom a pred sejbou sa pôda pripravila radličkovým kypričom. A sialo sejačkou Kinze 2000.

V rámci každého obrábania pôdy boli tri úrovne aplikácie hnojív a kondicionérov. Pri NPK variante hnojenia bolo aplikovaných 30,00 kg.ha⁻¹ čistých živín dusíka, 13,08 kg.ha⁻¹ čistých živín fosforu a 24,90 kg.ha⁻¹ čistých živín draslíka. Na PRP sol variante bolo aplikovaných 30,00 kg.ha⁻¹ čistých živín dusíka, 13,08 kg.ha⁻¹ čistých živín fosforu a 24,90 kg.ha⁻¹ čistých živín draslíka a 200 kg.ha⁻¹ kondicionéru "PRP sol". Na variante HUMAC agro sa aplikovalo 30,00 kg.ha⁻¹ čistých živín dusíka, 13,08 kg.ha⁻¹ čistých živín fosforu a 24,90 kg.ha⁻¹ čistých živín draslíka a 500 kg.ha⁻¹ pôdneho zlepšovača "HUMAC agro".

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:

produkcia [€ha⁻¹] = úroda [t.ha⁻¹] × realizačná cena [€t⁻¹]

zisk/strata [€ha⁻¹] = produkcia [€ha⁻¹] - náklady [€ha⁻¹]

zisk/strata [€t⁻¹] = realizačná cena [€t⁻¹] - náklady [€t⁻¹]

mera rentability na ha (v %) = $[\text{zisk/strata (v €ha}^{-1}) : \text{náklady (v €ha}^{-1})] \times 100$
 výnosový prah pre nulovú rentabilitu $[\text{t.ha}^{-1}] = \text{náklady } [€\text{ha}^{-1}] : \text{realizačná cena } [€\text{.t}^{-1}]$

VÝSLEDKY A DISKUSIA

V tabuľke 1 sú vyjadrené náklady na pracovné operácie od základnej prípravy pôdy po odvoz zrna z pozemku. Z tabuľky je zrejmé, že využitím minimalizácie a redukciiu pracovných operácií dochádza k výrazným úsporám nákladov. Pri konvenčnom obrábaní pôdy boli náklady na pracovné operácie vo výške 377,93 €ha⁻¹. Pri MA1 minimalizácii sa znížili o 158,06 €ha⁻¹. MA2 minimalizácia znamenalo úsporu nákladov vo výške 129,32 €ha⁻¹. K najvýraznejším úsporám pri minimalizáciách dochádzalo pri pohonných hmotách a mazadlách a to 60,75 €ha⁻¹ resp. 50,62 €ha⁻¹ a opravách a údržbách 50,68 €ha⁻¹ resp. 40,86 €ha⁻¹.

Tabuľka 1: Náklady na pracovné operácie v €ha⁻¹ podľa variantov hnojenia v roku 2011

Nákladová položka	KA	MA1	MA2
Práca	21,03	13,72	15,26
PHM a mazadlá	125,01	64,26	74,39
Opravy a údržby	94,72	44,04	53,86
Variabilné náklady na pracovné operácie	240,76	122,02	143,50
Fixné náklady	137,17	97,85	105,11
Náklady na pracovné operácie spolu	377,93	219,87	248,61

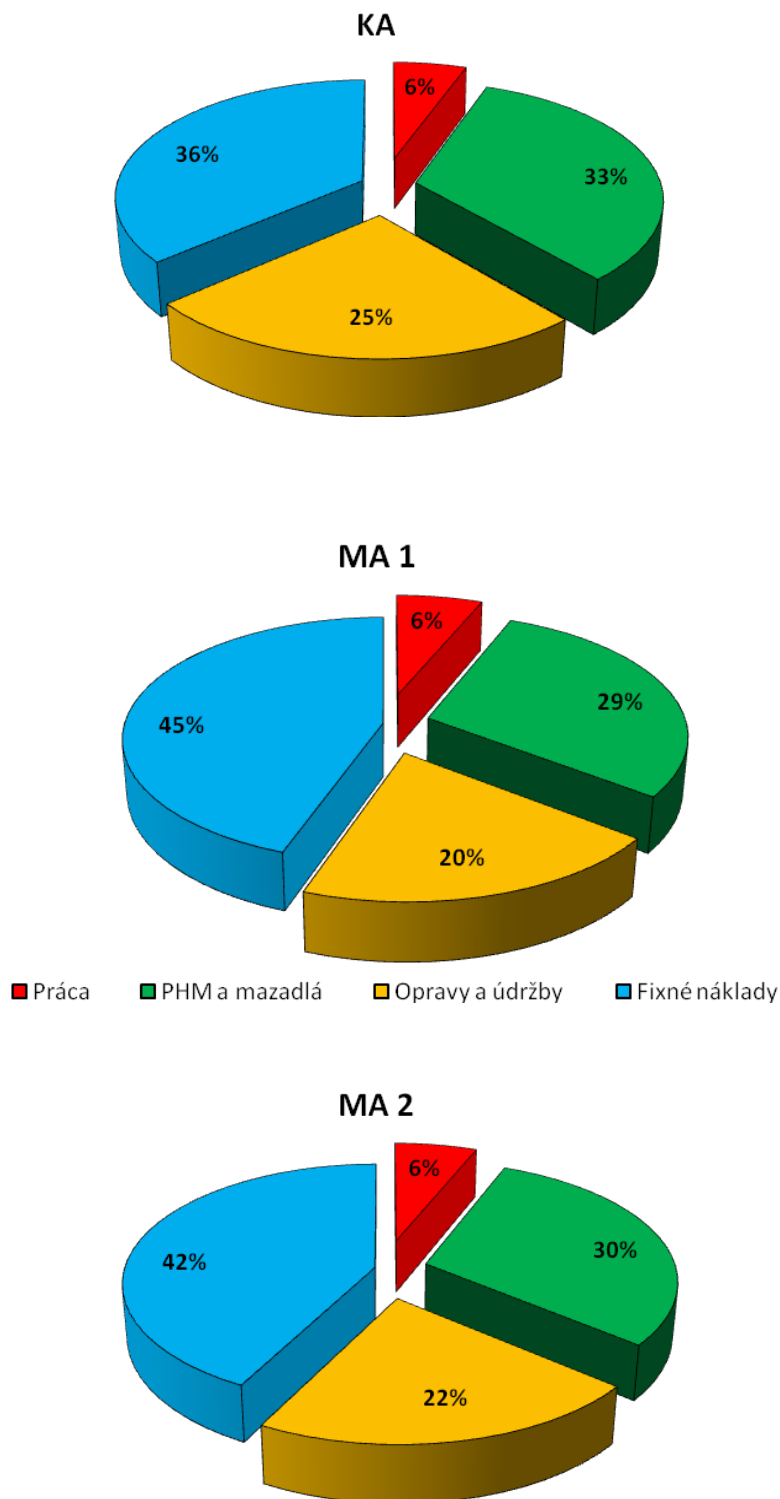
Legenda: KA – konvenčná agrotechnika, MA1 – menej intenzívna minimalizačná agrotechnika, MA2 – intenzívnejšia minimalizačná agrotechnika

Štruktúra nákladov je uvedená v grafe 1. Najvyššou položkou variabilných nákladov sú pohonné hmoty a mazadlá, ktorá podľa technológií tvorili 29 až 33 % nákladov na pracovné operácie. Náklady na opravu a údržbu tvorili 20 – 25 %. Náklady na prácu tvorili v štruktúre nákladov na pracovné operácie najnižšiu položku. Podiel fixných nákladov sa znižoval vyššou intenzitou obrábania pôdy zo 45 % na 36 %.

Materiálové náklady pri jednotlivých technológiách boli identické a preto v tabuľke 2 sú uvedené materiálové náklady podľa variantov aplikácie minerálnych hnojív a pôdnych kondicionérov. Na variante NPK boli materiálové náklady vo výške 454,95 €ha⁻¹. Aplikáciou pôdneho kondicionéru PRP sol sa materiálové náklady zvýšili na 598,51 €ha⁻¹. Pri aplikácii pôdneho zlepšovateľa HUMAC agro boli materiálové náklady zvýšené na 694,95 €ha⁻¹. Pri využití pôdnych kondicionérov je však nutné zdôrazniť, že ich pôsobenie v pôde nie je záležitosťou jedného roka, ale sa v pôde uvoľňujú postupne.

Tabuľka 2: Materiálové náklady v €ha⁻¹ podľa variantov hnojenia v roku 2011

Variant		NPK	PRP sol	HUMAC agro
Osivo	odroda Yami	77,00	77,00	77,00
Minerálne hnojivá	NPK 15-15-15	184,00	184,00	184,00
	LAD 27	35,96	35,52	35,96
	PRP sol	-	144,00	-
	HUMAC agro	-	-	240,00
Pesticídy	Pledge	62,40	62,40	62,40
	Click	23,22	23,22	23,22
	Dual Gold	48,97	48,97	48,97
	Clinic	23,40	23,40	23,40
Spolu v €ha ⁻¹		454,95	598,51	694,95



Graf 1: Percentuálne zastúpenie variabilných a fixných nákladov na mechanizované práce pri pestovaní ciroku na zrno v roku 2011

V tabuľke 3 sú uvedené celkové náklady podľa technológií obrábania pôdy a podľa výživy. Z predchádzajúcich tabuliek vyplýva, že najnižšie náklady sa dosiahli na MA1 minimalizačnom variante pri NPK hnojení $674,82 \text{ €ha}^{-1}$ a najvyššie na konvenčnom variante pri aplikácii pôdneho zlepšovača HUMAC agro $1072,89 \text{ €ha}^{-1}$. Pri úrodách je potrebné zdôrazniť, že sú to úrody z pokusov, ktoré sú porovnateľné

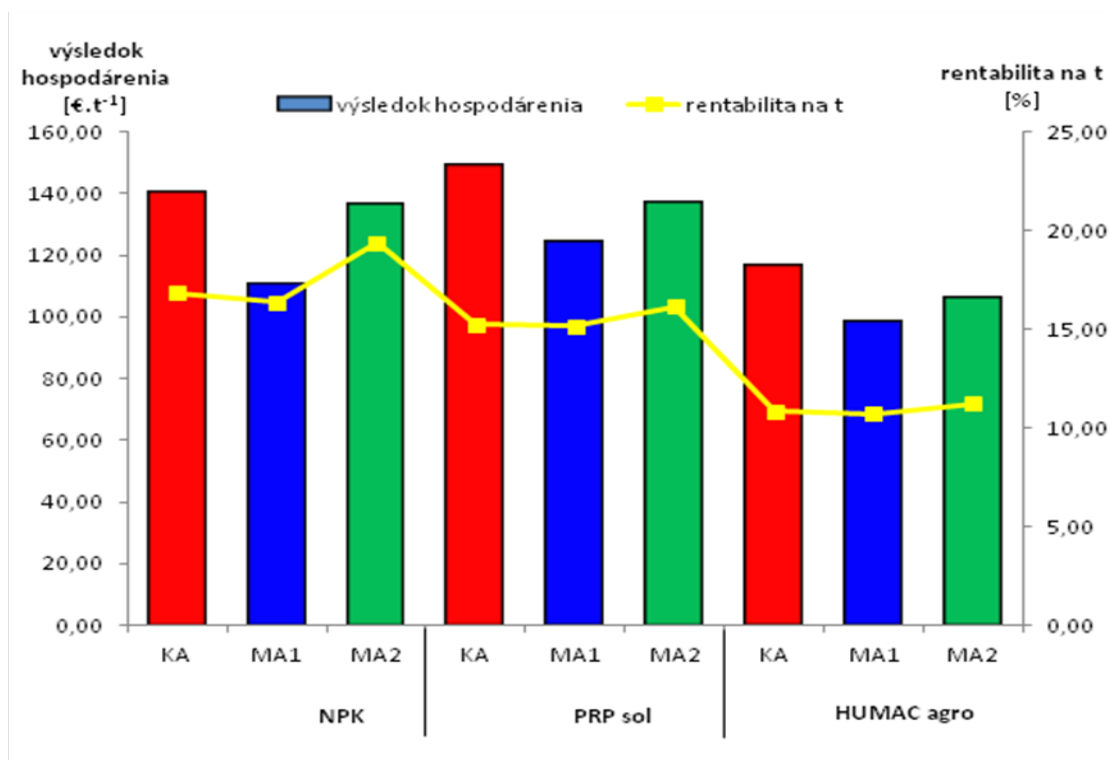
s úrodami, ktoré uvádzajú Pál a Rajki (2010) v podmienkach Maďarska. Úrody v poľnohospodárskej praxi sú na Slovensku nižšie a v rokoch 2009 až 2012 sa pohybovali v rozmedzí od 1,18 t.ha⁻¹ do 2,07 t.ha⁻¹ (Kováč, Jakubová, 2013).

Tabuľka 3: Ekonomika pestovania ciroku bez dotácií v roku 2011

Ukazovateľ	MJ	KA	MA1	MA2	KA	MA1	MA2	KA	MA1	MA2
		NPK			PRP sol			HUMAC agro		
Celkové náklady	[€ha ⁻¹]	832,89	674,82	703,57	976,44	818,37	847,13	1072,89	914,82	943,57
Úroda	[t.ha ⁻¹]	8,78	5,42	7,14	11,34	7,38	8,62	9,04	6,68	7,31
Cena za jednotku	[€t ⁻¹]	235,00	235,00	235,00	235,00	235,00	235,00	235,00	235,00	235,00
Celková produkcia	[€ha ⁻¹]	2063,30	1273,70	1677,90	2664,90	1734,30	2025,70	2124,40	1569,80	1717,85
Výsledok hospodárenia na ha	[€ha ⁻¹]	1230,41	598,88	974,33	1688,46	915,93	1178,57	1051,51	654,98	774,28
Rentabilita na ha	[%]	147,73	88,75	138,48	172,92	111,92	139,13	98,01	71,60	82,06
Výnosový prah pre nulovú rentabilitu	[t.ha ⁻¹]	3,54	2,87	2,99	4,16	3,48	3,60	4,57	3,89	4,02

Pri úrodách dosiahnutých v pokuse a realizačnej cene 235 €t⁻¹ boli všetky varianty ziskové. Zo všetkých technológií sa najvyšší zisk dosahoval pri aplikácii pôdneho kondicionéru PRP sol. Porovnaním technológií bola najziskovejšia konvenčná technológia u ktorej sa na variante PRP sol dosiahol zisk takmer 1689 €ha⁻¹, pred variantom NPK so ziskom 1230,41 €ha⁻¹ a variantom HUMAC agro so ziskom 1051,51 €ha⁻¹. Aj keď pri minimalizáciách došlo k úspore nákladov, tieto nekompenzovali zníženú produkciu, ktorá vznikla nižšími úrodami pri týchto technológiách. Najrentabilnejším variantom pokusu bola konvenčná technológia pestovania cirokov s aplikáciou PRP sol a hektárovou rentabilitou 172,92 %. Najmenej rentabilný bol minimalizačný MA1 variant s aplikáciou HUMAC agro s hektárovou rentabilitou 71,60 %. Podobné trendy vyjadruje graf 2, v ktorom je uvedený výsledok hospodárenia na 1 tonu, ako aj rentabilita pestovania ciroku percentuálne vyjadrená na 1 tonu zrna.

Na dosiahnutie zisku pri jednotlivých technológiách a realizačnej cene 235 €t⁻¹ je potrebné prekročiť úrody výnosového prahu pre nulovú rentabilitu uvedené v poslednom riadku tabuľky 3. Na konvenčnom variante obrábania pôdy je pri aplikácii NPK potrebné dosiahnuť úrodu nad 3,54 t.ha⁻¹, pri aplikácii PRP sol 4,16 t.ha⁻¹ a pri aplikácii HUMAC agro 4,57 t.ha⁻¹. Na minimalizačných variantoch je úrodový prah na nižších hodnotách.



Graf 2: Výsledok hospodárenia a rentabilita na tonu ciroku zrnového v roku 2011

ZÁVERY

Náklady na pracovné operácie pri konvenčnej agrotechnike boli 377,93 €ha⁻¹. Minimalizáciou obrábania pôdy sa znížili, pri MA1 minimalizácii o 158,06 €ha⁻¹ a pri MA2 minimalizácii o 129,32 €ha⁻¹.

Materiálové náklady sa líšili podľa variantov výživy. Na variante NPK boli 454,95 €ha⁻¹, na variante PRP sol 598,51 €ha⁻¹ a na variante HUMAC agro 694,95 €ha⁻¹.

Najnižšie celkové náklady sa dosiahli na variante MA1 minimalizácie pri NPK hnojení 674,82 €ha⁻¹ a najvyššie na konvenčnom variante pri aplikácii pôdneho zlepšovača HUMAC agro 1072,89 €ha⁻¹.

Pri všetkých technológiách sa najvyšší zisk dosahoval pri aplikácii pôdneho kondicionéru PRP sol.

Pri porovnaní technológií bola najziskovejšia konvenčná technológia pri ktorej sa na variante PRP sol dosiahol zisk takmer 1689 €ha⁻¹. Tento variant bol aj najrentabilnejším variantom pokusu s hektárovou rentabilitou 172,92 %.

Na dosiahnutie zisku je na konvenčnom variante obrábania pôdy aplikácii NPK potrebné dosiahnuť úrodu nad 3,54 t.ha⁻¹, pri aplikácii PRP sol 4,16 t.ha⁻¹ a pri aplikácii HUMAC agro 4,57 t.ha⁻¹.

LITERATÚRA

- ABRHAM, Z. – KOVÁŘOVÁ, M. – KOCÁNOVÁ, V. – HEROUT, M. – SCHEUFLER, V.: Technické a technologické normativy pro zemědělskou výrobu. Praha: VUZT, 2007, no. 5, 29 p. ISBN 978-86884-26-4
- HNÁT, A.: The dependence of grain maize yield (*Zea mays* L.) from different soil tillage and meteorological conditions In: Agriculture (Poľnohospodárstvo). Roč. 55, 2009, č. 3, s. 148-155. HNÁT, A.: Úroda zrna kukurice a jej vybrané úrodotvorné prvky pri minimalizačnom obrábaní pôdy a priamej sejbe do neobrobenej pôdy. In: Pestovateľské technológie a ich význam pre prax : zborník z vedeckej konferencie. Piešťany : CVRV, 2010, s. 87-92. ISBN978-80-89417-24-7
- KAVKA, M.: Normativy zemědělských výrobních technologií. Praha : ÚZPI, 2006. 376 s. ISBN 80-7271-164-4
- KOVÁČ, L. – JAKUBOVÁ, J. : Efektívnosť pestovania zrnových cirokov. In: Naše pole, 2013, č. 8, s. 18-20.
- NEWMAN, Y. C.: Sorghum. In Forages of Florida website. <http://agronomy.ifas.ufl.edu/ForagesofFlorida/detail.php?sp=Sorghum&type=G>
- PÁL, M., RAJKI, E.: Goals present position and prospects of forage Sorghum breeding in Hungary. Acta Agronomica Hungarica, 2010, 58(3), pp. 295-299.
- POLÁČKOVÁ, J. – BOUDNÝ, J. – JANOTOVÁ, B. – NOVÁK, J.: Metodika kalkulací nákladů a výnosů v zemědělství. Praha: ÚZEI, 2010, 58 p. ISBN 978-80-86671-75-8
- UNGER, P. W.: Grain and forage sorghum production with no-tillage on dryland. In: *Agronomy Journal*, 1988, 80:193-197.

Kontaktná adresa: Ing. Jana Jakubová, Ing. Ladislav Kováč, PhD., RNDr. Dana Kotorová, PhD., Centrum výskumu rastlinnej výroby – Výskumný ústav agroekológie Michalovce, Špitálska 1273, 071 01 Michalovce
Email: jakubova@minet.sk, kovac@minet.sk, kotorova@minet.sk

VPLYV SUCHA NA PRODUKČNÚ FUNKCIU DOČASNÝCH TRÁVNÝCH PORASTOV

Impact of drought on production function of temporary grasslands

MIRIAM KIZEKOVÁ – JOZEF ČUNDERLÍK – JANKA MARTINCOVÁ
– ĽUBICA JANČOVÁ

Centrum výskumu rastlinnej výroby – Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva Banská Bystrica

*In field experiments the total dry matter yield, seasonal pattern of dry matter yield distribution of monocultures of *Lolium multiflorum* LAMK. ssp. *italicum*, *Festulolium braunii*, *Trifolium pratense* L. and grass-red clover mixture under the climatic conditions of Banská Bystrica during two consecutive dry years were investigated. In 2011 year, the total dry matter yield ranged from 5,96 t.ha⁻¹ to 8,71 t.ha⁻¹ for the monoculture of *Festulolium braunii* cv. Fojtan and grass-red clover mixture, respectively. Dry matter yield was significantly lower in the second consecutive dry year at all treatments with the exception the monoculture of festucoid hybrid Fojtan of *Festulolium braunii*. For all monocultures, weak relationship between dry matter yield and rainfall was observed. Nevertheless, grass-red clover mixture showed moderate dependence between dry matter yield and rainfall ($r = 0,61^+$, $P < 0,05$).*

Key words: production functions, climate change, temporary grasslands

ÚVOD

Ekosystémové služby a funkcie trávnych porastov sú vo veľkej miere ovplyvňované meteorologickými faktormi ako sú zrážky a teplota. V súvislosti s prebiehajúcou zmenou klímy v Strednej Európe, boli aj na Slovensku zaznamenané aridizačné trendy (Melo a kol., 2007), ktoré majú významný dopad na produkciu dočasných aj trvalých trávnych porastov a následne determinujú výber vhodných druhov a odrôd krmovín pre konkrétne environmentálne podmienky a vedú k zmenám v pestovateľských systémoch a manažmente trávnych porastov. Cieľom príspevku je zhodnotiť produkciu sušiny vybraných monokultúr tráv, ďateliny lúčnej a ďatelinotrávnej miešanky počas dvoch po sebe nasledujúcich suchých rokov.

MATERIÁL A METÓDA

V roku 2010 bol v areáli CVRV - VÚTPHP Banská Bystrica (48°74'N, 19°85'E, nadmorská výška 369 m), založený maloparcelkový pokus v troch opakovaníach na piesočnatohlinitej pôde s neutrálnou reakciou. Do pokusu boli zaradené monokultúry tráv, ďateliny lúčnej a ďatelinotrávna miešanka s nasledovným zložením: **variant 1** – *Lolium multiflorum* LAMK. ssp. *italicum* cv. Skippy, **variant 2** – *Festulolium braunii* cv. Achilles (medzirodový hybrid – MRH), **variant 3** – *Festulolium braunii* cv. Fojtan, **variant 4** – *Trifolium pratense* L. cv. Fresko, **variant 5** – *Trifolium pratense* L. cv. Veles, **variant 6** – ďatelinotrávna miešanka *Trifolium pratense* L. cv. Fresko + *Festulolium braunii* cv. Achilles (ĎTM). Plocha parcely mala výmeru 10,5m² (1,5 x 7,0 m). Pred sejbou boli do pôdy zapravené minerálne hnojivá nasledovne: pri monokultúrach tráv bol do pôdy zapravený dusík v dávke 60 kg.ha⁻¹, pri monokultúrach ďatelinovín a ĎTM v dávke 30 kg.ha⁻¹, fosfor a draslík boli jednotne pri všetkých variantoch zapravené v dávke 30 kg P.ha⁻¹ a 60 kg K.ha⁻¹. V rokoch 2011 a 2012 sa na začiatku vegetácie všetky porasty hnojili fosforom a draslíkom v dávke 30 kg P.ha⁻¹ a 60 kg K.ha⁻¹. Monokultúry tráv sa hnojili dusíkom v dávke 120 kg .ha⁻¹, pričom táto dávka bola rozdelená na 60 kg N .ha⁻¹ na začiatku vegetácie a 60 kg N.ha⁻¹ po 1. kosbe. V roku založenia pokusu sa uskutočnili dve odburiňovacie kosby a na konci vegetačného obdobia prebehla jedna riadna kosba. Počas úžitkových rokov 2011 a 2012 sa porasty pokosili 3-krát. Pri monokultúrach tráv sa prvá kosba uskutočnila na začiatku klasenia, pri monokultúrach ďateliny lúčnej a ĎTM sa uskutočnila na začiatku tvorby kvetných hlávok. Druhá kosba sa vykonala s odstupom 4 - 5 týždňov a tretia kosba za 7- 8 týždňov po druhej kosbe. V odobraných vzorkách fytoomas sa stanovil obsah sušiny vázkovo, sušením pri teplote 103 ± 2 °C.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

V rokoch 2011 a 2012 dosiahol ročný úhrn zrážok 47 % a 57 % dlhodobého priemeru (Tabuľka 1). Podľa klasifikácie roka z hľadiska vlhkosti sa obidva roky môžu označiť ako veľmi suché roky. Nedostatok vlhky bol charakteristický pre rastové obdobia všetkých troch kosieb v oboch rokoch s výnimkou prvej kosby v roku 2012 (Tabuľka 4).

Tabuľka 1: Priemerná denná teplota (T) a úhrn zrážok (R) počas rokov 2011 a 2012

Rok	2011		2012		Dlhodobý normál (1960 – 2000)	
	T (°C)	R (mm)	T (°C)	R (mm)	T (°C)	R (mm)
Mesiac						
Január	-2,3	21,8	-1,6	73,2	-3,4	50,0
Február	-1,5	16,2	-4,4	17,6	-1,1	54,0
Marec	4,4	72,2	5,4	5,2	2,9	46,7
Apríl	11,1	27,0	9,7	50,2	8,5	55,0
Máj	14,1	45,0	14,9	24,8	13,3	65,0
Jún	17,8	37,8	18,2	14,0	16,8	92,8
Júl	18,1	37,0	15,4	26,6	18,1	80,9
August	20,3	1,2	19,4	0,0	17,4	82,9
September	17,3	10,8	20,1	1,4	13,4	55,0
Október	8,0	26,8	9,1	139,6	8,4	60,0
November	1,1	2,8	6,1	61,2	3,4	80,7
December	0,0	78,4	-2,9	37,4	-1,1	73,2
Vegetačné obdobie	16,5	158,8	16,3	117,0	14,6	431,5
Rok	9,1	377,0	9,1	451,2	8,1	795,5

Absencia zrážok sa prejavila na produkcii sušiny všetkých hodnotených variantov najmä v roku 2012. Úroda sušiny sa v roku 2012 štatisticky významne znížila a varíovala od 2,65 t.ha⁻¹ pri monokultúre *Trifolium pratense* L. cv. Veles do 3,71 t.ha⁻¹ pri ďatelinotrávnej miešanke. Výnimku predstavovala len monokultúra *Festulolium braunii* cv. Fojtan, ktorá poskytla v oboch rokoch vyrovnanú úrodu vo výške 5,97 resp. 5,96 t.ha⁻¹. Pre monokultúry ďateliny lúčnej je prirodzené postupné znižovanie produkcie sušiny, ktoré je spôsobené slabou vytrvalosťou ďateliny lúčnej ako aj celým komplexom biotických a abiotických faktorov (Frame, 2005). Viac ako 52 % - tný pokles produkcie poukazuje na vysokú senzibilitu tohto rastlinného druhu na nepriaznivé environmentálne podmienky.

Hodnota korelačného koeficientu v tabuľke 4 však ukazuje, že obidve odrody ďateliny lúčnej sa vyznačovali nízkou mierou závislosti od zrážok. Túto situáciu je možné vysvetliť ďalšími environmentálnymi faktormi, ktoré ovplyvňujú produkciu napr. teplota vzduchu, veterné pomery počas vegetačného obdobia, pôdne podmienky osobitne pôdna vlhkosť. Podobný trend slabej závislosti produkcie sušiny od úhrnu zrážok za obdobie rastovej periódy medzi kosbami bol zaznamenaný aj u monokultúry *Lolium multiflorum*. Štatisticky preukazné zníženie produkcie sušiny v roku 2012 (Tabuľka 2) bolo podobne ako pri *Trifolium pratense* spôsobené environmentálnymi podmienkami, keďže *Lolium multiflorum* je druh, u ktorého teplotný stres počas leta spôsobuje znižovanie úrody sušiny dokonca aj pri dostatočnej vlhkosti pôdy (Peeters, 2004). Silnejší korelačný vzťah medzi úhrnom zrážok a produkciou sušiny bol evidovaný pri oboch odrodách *Festulolium braunii*. Avšak hodnoty korelačného koeficientu neboli štatisticky významné ($r = 0,48$ a $r = 0,43$, $P < 0,05$).

Tabuľka 2: Ročná produkcia sušiny (t.ha⁻¹) v rokoch 2011 a 2012

Rok	Variant					
	<i>Lolium multiflorum</i> ssp. <i>italicum</i> cv. Skippy	<i>Festulolium braunii</i> cv. Achilles (MRH)	<i>Festulolium braunii</i> cv. Fojtan (MRH)	<i>Trifolium pratense</i> cv. Fresko	<i>Trifolium pratense</i> cv. Veles	<i>Festulolium braunii</i> cv. Achilles + <i>Trifolium pratense</i> cv. Fresko (DTM)
2011	7,94 ^b	6,52 ^b	5,97 ^a	7,39 ^b	5,53 ^b	8,71 ^b
2012	3,23 ^a	2,87 ^a	5,96 ^a	3,52 ^a	2,65 ^a	3,71 ^a

* Medzi hodnotami, ktoré nie sú označené zhodnými symbolmi, sú preukazné rozdiely ($P < 0,05$)

Najvyššou produkciou sušiny sa v priemere vyznačovala ďatelinotrávna miešanka (Tabuľka 2). Sturludóttir a kol.(2013) uvádzajú, že ďatelinotrávne miešanky majú vyššiu produkciu sušiny, výživnú hodnotu a účinné využívanie zdrojov v porovnaní s monokultúrami tráv alebo leguminóz. V našom pokuse sa ďatelinotrávna miešanka prezentovala najvyššou úrodou v roku 2011. V nasledujúcom suchom roku 2012 sa jej produkcia významne znížila a v tretej kosbe dosiahla druhú najnižšiu úrodu sušiny po *Trifolium pratense* L. cv. Veles (Tabuľka 3).

Tabuľka 3: Produkcia sušiny (t.ha⁻¹) v rastových periódach 1., 2. a 3. kosby

Faktor		Variant					
		<i>Lolium multiflorum</i> ssp. <i>italicum</i> cv. Skippy	<i>Festulolium braunii</i> cv. Achilles (MRH)	<i>Festulolium braunii</i> cv. Fojtan (MRH)	<i>Trifolium pratense</i> cv. Fresko	<i>Trifolium pratense</i> cv. Veles	<i>Festulolium braunii</i> cv. Achilles + <i>Trifolium pratense</i> cv. Fresko (ĎTM)
Kosba	1.	1,92 ^{ab}	1,99 ^{ab}	1,98 ^a	1,99 ^{ab}	1,09 ^{ab}	2,42 ^a
	2.	2,87 ^b	2,30 ^b	2,65 ^a	2,30 ^b	2,30 ^b	2,56 ^a
	3.	0,80 ^a	0,41 ^a	1,33 ^a	0,41 ^a	0,70 ^a	1,23 ^a
Rok	2011	2,65 ^b	2,17 ^a	1,99 ^a	2,46 ^b	1,84 ^b	2,90 ^b
	2012	1,08 ^a	0,96 ^a	1,99 ^a	1,17 ^a	0,88 ^a	1,24 ^a

* Medzi hodnotami, ktoré nie sú označené zhodnými symbolmi, sú preukazné rozdiely (P < 0,05)

Ďatelinotrávna miešanka preukázala spomedzi hodnotených variantov najsilnejšiu závislosť od zrážok, keď hodnota korelačného koeficientu medzi úhrnom zrážok a úrodou sušiny počas rastového obdobia jednotlivých kosieb dosiahla štatisticky významnú hodnotu ($r = 0,61^+$, P < 0,05). Túto skutočnosť je možné vysvetliť tým, že miešanka bola zložená len z dvoch druhov.

Tabuľka 4: Úhrn zrážok (R), produkcia sušiny (t.ha⁻¹) za rastovú periódu 1., 2. a 3. kosby v rokoch 2011 a 2012

Rok	Kosba	R (mm)	Variant					
			<i>Lolium multiflorum</i> ssp. <i>italicum</i> cv. Skippy	<i>Festulolium braunii</i> cv. Achilles (MRH)	<i>Festulolium braunii</i> cv. Fojtan (MRH)	<i>Trifolium pratense</i> cv. Fresko	<i>Trifolium pratense</i> cv. Veles	<i>Festulolium braunii</i> cv. Achilles + <i>Trifolium pratense</i> cv. Fresko (ĎTM)
2011	1.	59,0	3,01	2,42	1,25	1,64	1,07	2,90
	2.	51,4	3,88	3,49	2,99	3,87	3,41	3,81
	3.	48,2	1,05	0,61	1,73	1,88	1,05	2,00
2012	1.	69,4	0,83	1,56	2,71	1,17	1,11	1,95
	2.	33,6	1,86	1,12	2,31	1,77	1,18	1,31
	3.	0,0	0,54	0,20	0,93	0,58	0,36	0,46
r_R			0,35	0,48	0,43	0,35	0,36	0,61 ⁺

⁺ - hodnoty preukazne významné pri P < 0,05

Produkčný potenciál *Festulolium braunii* sa vyznačoval strednou závislosťou od zrážok. Podobne vytvalosť aj produkcia *Trifolium pratense* je silne ovplyvňovaná celým komplexom environmentálnych faktorov. Lüscher a kol. (2013) uvádzajú, že výsledky pan-Európskeho experimentu potvrdili vyššiu produktivitu ďatelinotravných miešaniek v porovnaní s monokultúrami tráv. Rovnako uvádzajú, že tieto výsledky sú platné pre chladnejšie podmienky a pre suchšie podmienky je potrebné uskutočniť ďalší výskum.

ZÁVERY

- Produkčná funkcia monokultúr *Lolium multiflorum* LAMK. ssp. *italicum*, *Festulolium braunii* cv. Achilles, *Trifolium pratense* L. a ďatelinotravnéj miešanky sa vplyvom nepriaznivých environmentálnych podmienok štatisticky preukazne znížila už v druhom úžitkovom roku (2012)
- *Festulolium braunii* cv. Fojtan dosiahol rovnakú úrodu sušiny v oboch suchých rokoch
- Ďatelinotrávna miešanka preukázala spomedzi hodnotených variantov najsilnejšiu závislosť produkcie od zrážok

Pod'akovanie: Práca vznikla v rámci projektu „Nový model vedy a výskumu v rezorte MP SR na roky 2013 – 2015 - Udržateľné a efektívne systémy hospodárenia na trávnych porastoch“ a projektu APVV-0098-12 „Analýza, modelovanie a hodnotenie agroekosystémových služieb“.

LITERATÚRA

- FRAME, J.: *Forage legumes for temperate grasslands*. Rome : FAO, 2005. 309 s. ISBN 92-5-105043-0.
- LÜSCHER, A., MUELLER-HARVEY, I., SOUSSANA, J.F., REES R. M., PEYRAUD, J. L.: Potential of legume-based grassland-livestock systems in Europe. In *Grassland Science in Europe*, roč. 18, 2013, s. 3 – 29.
- MELO, M., LAPIN, M., DAMBORSKÁ, I. Konček's moisture index as a possible indicator of the aridization trends in the land. In *Acta Hydrologica Slovaca*, roč. 8, rok 2007, č. 2, s. 224-230.
- PEETERS, A.: *Wild and sown grasses. Profiles of a temperate species selection: ecology, biodiversity*. Rome : FAO, 2004. 311 s. ISBN 92-5-105159-3.
- STURLUDÓTTIR, E., BROBHY, C., BÉLANGER, G., GUVSTANSSON, A. M., JØRGENSEN, M., LUNNAN, T., HELGADÓTTIR, Á.: Benefits of mixing grasses and legumes for herbage yield and nutritive value in Northern Europe and Canada. In *Grass and Forage Science*, 2013. DOI: 10.1111/gfs.12037.

Adresa autora (autorov):

Ing. Miriam Kizeková, PhD., Ing. Jozef Čunderlík, PhD., Ing. Janka Martinčová, PhD., Ing. Ľubica Jančová
Centrum výskumu rastlinnej výroby Piešťany – Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva Banská Bystrica
Mládežnícka 36, 974 21 Banská Bystrica
e-mail: kizekova@vutphp.sk

VPLYV APLIKÁCIE PÔDNYCH KONDICIONÉROV NA PRODUKČNÉ PARAMETRE SLNEČNICE ROČNEJ PRI RÔZNYCH TECHNOLOGIÁCH ZAKLADANIA PORASTOV

Effect of soil conditioners on production parameters of sunflower at various technologies for establishment of stands

LADISLAV KOVÁČ – JANA JAKUBOVÁ – DANA KOTOROVÁ

Centrum výskumu rastlinnej výroby – Výskumný ústav agroekológie Michalovce

In years 2011 and 2012 on Experimental place in Milhostov the treatments with sunflower were carried out. Three tillage technologies and three levels of mineral nutrition and soil conditioners were examined. In this treatments, the production parameters of sunflower stand by individual treatments were observed. The yields of grain sun-flower were statistically influenced by experimental year, soil tillage and nutrition. Statistical evaluation of tillage confirmed that the standard tillage and MA2 - middle level of tillage significantly effected on the yield of sunflower. PRP sol variant effected on the yields of sunflower more than NPK and HUMAC agro variant.

Key words: soil conditioners, sun-flower, tillage technologies

ÚVOD

Slnečnica ročná patrí na Slovensku k najpestovanejším jarným olejinám. Významné výmery zaberá aj na Východoslovenskej nížine. Technológiám zakladania porastov slnečnice a jej výžive sa venuje zvýšená pozornosť. Dôležitý je vplyv technológií pestovania slnečnice na produkčné parametre, úsporu nákladov, ale najmä na výslednú ekonomiku jej pestovania (Jakubová, Kováč 2012, Kováč, Jakubová, Kotorová 2011, Kováč, Jakubová 2012). Cieľom príspevku bolo vyhodnotiť vplyv aplikácie pôdnych kondicionérov pri rôznej technológii zakladania porastov na produkciu semena slnečnice ročnej.

MATERIÁL A METÓDA

Pokus so slnečnicou ročnou bol zakladaný v rokoch 2011 a 2012 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 troch úrovniach obrábania pôdy: KA – konvenčné obrábanie, MA₁- nižší stupeň minimalizácie, MA₂- stredný stupeň minimalizácie a troch úrovniach využitia pôdnych kondicionérov a hnojív: NPK – hnojenie NPK; PRP sol – hnojenie N + kondicionér "PRP sol"; HUMAC agro – hnojenie NPK + pôdny kondicionér "HUMAC agro").

Predplodinou slnečnice bola pšenica letná forma ozimná. Pri konvenčnom obrábaní pôdy sa po zbere predplodiny urobila podmietka, potom stredná orba a predsejbová príprava radličkovým kypričom a sialo sa sejačkou Kinze 2000. Pri nižšom stupni minimalizácie sa pred sejbou pôda pripravila radličkovým kypričom a sialo sejačkou Kinze 2000. Pri vyššom stupni minimalizácie sa po zbere predplodiny urobila podmietka radličkovým podmietačom a pred sejbou sa pôda pripravila radličkovým kypričom a sialo tak isto sejačkou Kinze 2000.

V rámci každého obrábania pôdy boli tri úrovne aplikácie hnojív a kondicionérov. Pri NPK variante hnojenia bolo aplikovaných 60,00 kg.ha⁻¹ čistých živín dusíka, 26,2 kg.ha⁻¹ čistých živín fosforu a 49,8 kg.ha⁻¹ čistých živín draslíka. Na PRP sol variante bolo aplikovaných 60,00 kg.ha⁻¹ čistých živín dusíka, 26,2 kg.ha⁻¹ čistých živín fosforu a 49,8 kg.ha⁻¹ čistých živín draslíka a 200 kg.ha⁻¹ kondicionéru "PRP sol". Na variante HUMAC agro sa aplikovalo 60,00 kg.ha⁻¹ čistých živín dusíka, 26,2 kg.ha⁻¹ čistých živín fosforu a 49,8 kg.ha⁻¹ čistých živín draslíka a 500 kg.ha⁻¹ pôdneho zlepšovača "HUMAC agro".

V pokuse boli sledované fenologické ukazovatele a produkčné parametre semena slnečnice ročnej. Úrody boli následne vyhodnotené matematicko-štatistickými metódami.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Od začiatku roka 2011 do konca mája sa mesačné zrážkové úhrny na experimentálnom pracovisku v Milhostove pohybovali pod dlhodobým normálom, len marcové zrážky v úhrne 31 mm sa vyrovnali dlhodobému normálu (tabuľka 1).

Tabuľka 1: Priebeh meteorologických faktorov v rokoch 2011 a 2012 v Milhostove

Mesiac	DP	Teplota [°C]		DN	Zrážky [mm]	
		2011	2012		2011	2012
I.	-3,3	-1,2	-0,8	32	28	26
II.	-1,0	-2,6	-4,7	28	4	6
III.	3,5	4,4	5,9	27	31	4
IV.	9,7	11,9	11,1	39	14	33
V.	14,6	15,7	16,2	53	46	32
VI.	18,2	19,3	20,3	78	112	60
VII.	19,6	19,6	22,7	76	166	119
VIII.	19,0	21,0	21,3	63	11	10
IX.	14,8	17,9	16,9	41	41	53
X.	9,1	8,4	10,0	39	14	65
XI.	4,0	1,1	5,9	43	0	35
XII.	-0,7	1,6	-1,8	41	58	47
Priemer a suma za I. – XII.	8,9	9,8	10,25	560	525	490

kde: DP – dlhodobý priemer, DN – dlhodobý normál

V apríli spadlo len 14 mm zrážok a preto aj z aspektu využitia jarnej vlhky bolo potrebné urýchliť sejbu slnečnice. Fenologické pozorovania pri tvorbe úrod slnečnice sú uvedené v tabuľke 2. Slnečnica sa siala 19. apríla. Takisto teplotné pomery v danom období evokovali potrebu včasnej sejby, keď priemerná marcová teplota bola o 0,5 °C vyššia ako je dlhodobý normál a priemerná mesačná aprílová teplota bola 11,9 °C a o 1,9 °C prevyšovala dlhodobý normál. Porast bol plne vzídený 6. mája a 9. mája sa už objavil prvý pár pravých listov. Priaznivo na rast byle a tvorbu úborov pôsobili júnové zrážky v úhrne 112 mm, ktoré prekročovali dlhodobý normál o 42 mm a teplotné pomery, ktoré prevyšovali dlhodobý priemer o 1,2 °C. Najmä teploty sú pre slnečnicu rozhodujúce, keďže je to teplomilná rastlina, ktorej celková potreba sumy teplôt za vegetačné obdobie ako uvádzajú Fábry et al. (1992) je 1600 až 1700 °C. Autori zdôrazňujú relatívne vysokú suchovzdornosť slnečnice. Suchovzdornosť slnečnice vyplýva aj z hlbokjej koreňovej sústavy. Stone et al. (2001) uvádzajú, že korene slnečnice siahajú do väčšej hĺbky (2,49 m) ako korene suchovzdornejších círokov (1,85 m) a môžu využívať vodu z väčších hĺbok.

Tabuľka 2: Fenologické pozorovania porastu slnečnice ročne

Fenologické údaje	2011	2012
Sejba	19.4.	27.4.
Klíčenie	26.4.	4.5.
Začiatok vzhádzania	2.5.	8.5.
Plné vzídenie	6.5.	13.5.
Prvý pár pravých listov	9.5.	17.5.
Rast byle	26.5.	29.5.
Tvorba úborov	20.6.	24.6.
Začiatok kvitnutia	6.7.	6.7.
Koniec kvitnutia	4.8.	3.8.
Plná zrelosť	12.9.	10.9.
Zber	20.9.	17.9.

V roku 2011 sa najnižšie úrody dosahovali na variante s aplikáciou samotného NPK a to pri všetkých technológiách obrábania pôdy (tabuľka 2). Pri konvenčnej agrotechnike a pri nižšom stupni minimalizácie úrody nedosahovali ani 3 t z hektára (2,55 resp. 2,95 t.ha⁻¹). Najvyššia úroda v danom roku sa dosiahla pri konvenčnom obrábaní a aplikácii PRP sol a to vo výške 3,62 t.ha⁻¹.

Rok 2012 bol extrémne teplý, keď počas vegetačného obdobia sa dosiahla priemerná mesačná teplota 18,1 °C, ktorá dlhodobý normál prekonalala o 2,1 °C. Deficit zrážok počas vegetácie dosiahol oproti normálu 41 mm. Tieto faktory mali výrazný vplyv na to, že sa v porovnaní s rokom 2011 dosiahla v pokuse nižšia priemerná úroda. Úrody prevyšujúce 3 t.ha⁻¹ sa dosiahli na všetkých variantoch hnojenia pri konvenčnom obrábaní pôdy. Na tomto variante obrábania pôdy sa pri samotnom NPK hnojení dosiahla úroda 3,11 t.ha⁻¹. Aplikáciu pôdnych pomocných látok, nedošlo k významnému zvýšeniu úrod. Malé rozdiely medzi hnojeniami boli aj pri minimalizačných variantoch obrábania pôdy. Extrémne teplý a suchý priebeh meteorologických faktorov počas vegetačného obdobia v roku 2012 na pokusnom stanovišti v Milhostove eliminoval účinky aplikácie pomocných pôdnych látok – kondicionérov, čo sa prejavilo v nepatrných rozdieloch medzi úrodami variantov hnojenia. Jakubová, Kováč (2012) pri porovnaní troch variantov obrábania pôdy konvenčnom, redukovanom a priamej sejbe (no-till) najvyššiu úrodu uvádzajú pri konvenčnej technológii 3,00 t.ha⁻¹, redukovaná bola o 0,24 t.ha⁻¹ nižšia a najnižšia bola pri priamej sejbe 1,68 t.ha⁻¹. Autori ale uvádzajú, že pri ekonomickom hodnotení sa najvyšší zisk dosiahol na redukovanom variante pred konvenčným variantom obrábania pôdy.

Tabuľka 3: Úroda zrna slnečnice ročnej v pokuse s pôdnymi kondicionérmi [t.ha⁻¹]

Spracovanie pôdy	Hnojivá, kondicionéry	2011	2012	Priemer
KA	NPK	2,55	3,11	2,83
	PRP sol	3,62	3,12	3,37
	HUMAC agro	3,10	3,14	3,12
MA ₁	NPK	2,95	2,89	2,92
	PRP sol	3,29	2,94	3,12
	HUMAC agro	3,08	2,43	2,76
MA ₂	NPK	3,15	2,82	2,99
	PRP sol	3,52	2,80	3,16
	HUMAC agro	3,57	2,92	3,25

kde: KA – konvenčné obrábanie pôdy, MA₁ - nižší stupeň minimalizácie, MA₂ - stredný stupeň minimalizácie; NPK – N, P, K; PRP sol – N + 200 kg.ha⁻¹ PRP SOL; HUMAC agro – N,P, K + 500 kg.ha⁻¹ HUMAC agro

Pri štatistických hodnoteniach na úrodu semena slnečnice ročnej štatisticky preukazne vplývali pokusné roky, obrábanie pôdy aj hnojenie. Z mnohonásobného testu porovnávania úrod semena slnečnice vyplýva štatisticky preukazný rozdiel medzi pokusnými rokmi s vyššou úrodou v roku 2011. Černý et al. (2012) v pokusoch s hybridmi slnečnice v rokoch 2009 a 2010 udáva, že vplyv poveternostných podmienok ročníka a hybridu na úrodu nažiek bol štatisticky nepreukazný. V ďalšom príspevku ten istý autorský kolektív Černý et al. (2012) porovnával úrody slnečnice v iných rokoch 2010 a 2011. Z dvojročných výsledkov sformulovali záver, že na výšku úrody nažiek slnečnice štatisticky vysoko preukazne vplývali poveternostné podmienky ročníka a biologický materiál. Aj podľa Šrojtovej (2004) bol v pokuse so slnečnicou produkčný proces štatisticky významne ovplyvňovaný priebehom poveternostných faktorov a to najmä zrážkami a teplotami v období dozrievania.

Štatistické hodnotenie obrábania pôdy potvrdilo, že na úrody slnečnice ročnej štatisticky významnejšie vplývali intenzívnejšie varianty obrábania a to konvenčný variant (priemerná úroda 3,14 t.ha⁻¹) a MA₂ variant obrábania pôdy s dvoma prejazdmi radličkového kypriča (priemerná úroda 3,07 t.ha⁻¹). Podobné výsledky v podmienkach južnej Ukrajiny dosiahol Aksyonov (2010). Pri konvenčnom variante dosiahol úrodu slnečnice 2,14 t.ha⁻¹ a pri minimalizácii 2,04 t.ha⁻¹, čo je takmer identický rozdiel medzi technológiami ako v našom pokuse. Podobne Maiorana et al. (2004) na juhu Talianska pri pestovaní slnečnice konvenčnou technológiou dosiahli takmer rovnaké úrody ako pri minimalizácii, pričom štatisticky nepreukazné boli aj rozdiely medzi minerálnym NPK hnojením, aplikáciou kompostu ako aj ich kombináciou. Kováč (2012) v agrotechnickom a výživárskom pokuse v roku 2011 štatisticky preukazne vyššie úrody dosiahol pri minimalizácii, pred konvenčným variantom a priamou sejbou. Štatisticky významne nižšie úrody dosiahol pri samotnej aplikácii NPK v porovnaní s aplikáciou NPK v kombinácii s rôznymi dávkami listových hnojív. Šoltysová, Šrojtová (2005) prezentovali štatisticky preukazne vyššie úrody pri konvenčnom variante prípravy pôdy ako pri priamej sejbe.

Tabuľka 4: Mnohonásobný test porovnávania úrody slnečnice ročnej

Faktor	Úroda [t.ha ⁻¹]	Homogénna skupina		
pokusné roky (Hd _{0,05} = 0,112473)	2012	2,90	x	
	2011	3,18		x
obrábanie pôdy (Hd _{0,05} = 0,127533)	MA ₁	2,90	x	
	MA ₂	3,07		x
	KA	3,14		x
hnojenie a kondicionéry (Hd _{0,05} = 0,0488845)	NPK	2,91	x	
	HUMAC agro	2,97	x	x
	PRP sol	3,22		

Štatistické hodnotenia variantov hnojenia potvrdili, že na úrody štatisticky významnejšie vplýval PRP sol variant hnojenia (NPK a PRP sol) ako oba ostatné varianty. Šrojtová (2004) pri porovnaní variantov hnojeného NPK a kontrolného nehnojeného variantu štatisticky preukazne vyššie úrody dosiahla na hnojenom variante.

ZÁVERY

- V roku 2011 sa pri všetkých technológiách obrábania pôdy najnižšie úrody dosahovali na variante s aplikáciou samotného NPK. Najvyššia úroda sa dosiahla pri konvenčnom obrábaní a aplikácii PRP sol a to vo výške 3,62 t.ha⁻¹.
- Extrémne teplý a suchý priebeh meteorologických faktorov počas vegetačného obdobia v roku 2012 eliminoval účinky aplikácie pomocných pôdných látok – kondicionérov, čo sa prejavilo v nepatrných

rozdieloch medzi úrodami variantov hnojenia. Úrody prevyšujúce 3 t.ha⁻¹ sa dosiahli len na variantoch s konvenčnou prípravou pôdy.

- Na úrodu semena slnečnice ročnej štatisticky preukazne vplývali pokusné roky, obrábanie pôdy aj hnojenie.
- Štatistické hodnotenie obrábania pôdy potvrdilo, že na úrody slnečnice ročnej štatisticky významnejšie vplývali intenzívnejšie varianty obrábania a to konvenčný variant a minimalizačný variant obrábania pôdy s dvoma prejazdmi radličkového kypriča.
- Štatistické hodnotenia variantov hnojenia potvrdili, že na úrody štatisticky významnejšie vplýval PRP sol variant hnojenia ako varianty HUMAC agro a NPK.

LITERATÚRA

- AKSYONOV, I.: Use of minimum tillage in sunflower growing under steppe conditions of southern Ukraine. *Helia*, 33, 2010, Nr. 53, p. 221-228.
- FÁBRÝ, A. et al.: Olejniny. MZ ČR, Praha, 1992. 420 s. ISBN 80 7084-043-9
- ČERNÝ, I. et al.: Analýza vplyvu poveternostných podmienok ročníka a biologického materiálu na úrodu slnečnice ročnej (*Helianthus annuus* L.). In: Nové poznatky z genetiky a šľachtenia poľnohospodárskych rastlín. Zborník z 19. Vedeckej konferencie. CVRV Piešťany, 2012, s. 39-42. ISBN 978-80-89417-41-4
- ČERNÝ, I. et al.: Hodnotenie vplyvu agroekologických podmienok a hybridov slnečnice na úrodu a obsah oleja. In: Biodiverzita v poľnohospodárskej krajine a v ekosystéme. Zborník z medzinárodnej konferencie projektu REVERSE-INTERREG IVC. CVRV Piešťany, 2012, s. 61-63. ISBN 978-80-89417-37-7.
- JAKUBOVÁ, J. – KOVÁČ, L.: Ekonomika pestovania slnečnice pri rôznom obrábaní pôdy. In: Naše pole, 2012, č. 11, s. 26-27
- KOVÁČ, L.: Listové hnojivá Rokosan a Rokohumín v slnečnici. In: Naše pole, 2012, č. 4, s. 40-41
- KOVÁČ, L. – JAKUBOVÁ J.: Nákladovosť zakladania porastov slnečnice ročnej (*Helianthus annuus* L.) na ťažkých pôdach. In: Využívanie pôd v prihraničnej oblasti Slovensko - Maďarsko : zborník referátov z vedeckej konferencie s medzinárodnou účasťou v rámci projektu cezhraničnej spolupráce. Michalovce : CVRV – VÚA, 2012. s. 50-58. ISBN 978-80-89417-38-4.
- KOVÁČ, L. – JAKUBOVÁ, J. – KOTOROVÁ, D.: Analýza nákladovosti pestovania slnečnice ročnej (*Heliantus annuus* L.) In: Pestovateľské technológie a ich význam pre prax. Zborník z 2. medzin. vedeckej konferencie. Piešťany, CVRV - VÚRV, 2011, s. 145-149. ISBN 978-80-89417-31-5
- MAIORANA, M.: Soil tillage depths and crops organic fertilisation: effects on productive parameters of sunflower and durum wheat in Mediterranean environment. In: ISCO 2004 - 13th International Soil Conservation Organisation Conference – Brisbane, 2004, p. 925-929.
- STONE, L., R.: Rooting Front and Water Depletion Depths in Grain Sorghum and Sunflower. *Agronomy Journal*, 2001. Vol. 93 No. 5, p. 1105-1110
- ŠOLTYSOVÁ, B. – ŠROJTOVÁ, G.: Oplynenie úrod a kvalitatívnych parametrov slnečnice ročnej obrábaním pôdy. Zborník vedeckých prác VÚRV-ÚA Michalovce. Michalovce, 2005, s. 23-29. ISBN 80-88790-44-1
- ŠROJTOVÁ, G.: Vplyv poveternostných podmienok na úrodu slnečnice ročnej. Zborník vedeckých prác OVÚA Michalovce. Michalovce, 2004, s. 69-75. ISBN 80-969094-1-X

Kontaktná adresa:

Ing. Ladislav Kováč, PhD., Ing. Jana Jakubová, RNDr. Dana Kotorová, PhD., Centrum výskumu rastlinnej výroby – Výskumný ústav agroekológie Michalovce, Špitálska 1273, 071 01 Michalovce
Email: kovac@minet.sk, jakubova@minet.sk, kotorova@minet.sk

ZMENY FLORISTICKÉHO ZLOŽENIA PRI DIFERENCOVANOM VYUŽÍVANÍ TRÁVNEHO PORASTU

Changes of botanical composition at the different utilization of grassland

ZUZANA KOVÁČIKOVÁ – VLADIMÍRA VARGOVÁ – MILAN MICHALEC

Centrum výskumu rasatlinnej výroby – Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva Banská Bystrica

The aim of this study was to compare the changes in the botanical composition of different utilization of unfertilized grassland in the course of the vegetation season between 2006 and 2009. Four trial treatments were as follows: Treatment 1 - high intensity of utilisation - 4 cuts; Treatment 2 - medium intensity of utilisation - 3 cuts; Treatment 3 - low intensity of utilisation - 2 cuts; Treatment 4 - extensive utilisation - 1 cut. Higher cutting frequency promoted the growth of legumes, as compared to grass species. According to the Shannon diversity index, an extensive cutting regime led to an increase in species diversity and its development. The similarity of plant communities was found between treatments 1 and 3. The highest value in relation to temporary stability was obtained in the treatment where plots were used extensively.

Key words: grasslands, cutting frequency, botanical composition, diversity

ÚVOD

Štúdium druhového zloženia pri rozdielnych spôsoboch obhospodarovania je významným predpokladom údržby a rozvoja trvalých trávnych porastov. Dôležitou úlohou je hľadať optimálny spôsob obhospodarovania s ohľadom na produkčnú a ekologickú únosnosť TTP spolu s kvalitou krmu (Mičová *et al.*, 2006). Floristické zloženie trávnych porastov je výsledkom pôsobenia interakcií všetkých ekologických faktorov celého ekosystému a podmienok využívania. Každá zmena stanovištných podmienok vyvoláva diferencie v druhovom zložení, v zastúpení floristických skupín a v úrodnosti TTP. Floristické zloženie trávnych porastov nie je v priebehu rokov stabilné, mení sa v závislosti od ekologických faktorov, z nich možno čiastočne ovplyvňovať živinový a vodný režim stanovišťa alebo pôdnu reakciu (Mrkvička *et al.*, 2002). Jeangros *et al.* (1994) a Nösberger *et al.* (1996) uvádzajú, že zmeny v druhovom zložení trávneho porastu súvisia s načasovaním a frekvenciou kosenie alebo pasenia. Ryser *et al.* (1995) a Bassignana *et al.* (2002) poukazujú na pozitívny vplyv frekvencie obhospodarovania na biodiverzitu nehnojených trávnych porastov. Pri zníženej intenzite využívania lúčnych spoločenstiev dochádza k ich degradácii, ktorá sa prejavuje poklesom indexu druhovej diverzity a následne zmenou v pokryvnosti rastlín (Mrkvička *et al.*, 2002).

MATERIÁL A METÓDY

Pokusné stanovište sa nachádzalo v oblasti Kremnických a Starohorských vrchov, v okrese Banská Bystrica, lokalita Radvaň – Suchý Vrch, v nadmorskej výške 460 m. Fytcenologicky bol trávny porast charakterizovaný ako asociácia *Trifolio-Festucetum rubrae* Blažková 1951. Pokus bol založený blokovou metódou v štyroch opakovaniach s veľkosťou pokusnej parcely 15 m². Využívanie porastu bolo nasledovné: variant 1 - intenzívne - 4 x kosený porast (1. kosba do 15.5.; ďalšia po 45 dňoch); variant 2 - stredne intenzívne - 3 x kosený porast (1. kosba od 16.5. do 31.5.; ostatné 2 kosby po 60 dňoch); variant 3 - málo intenzívne - 2 x kosený porast (1. kosba od 1.6. do 15.6.; druhá kosba po 90. dňoch); variant 4 - extenzívne - 1 x kosený porast (druhá kosba podľa potreby). Zmeny vo floristickom zložení boli hodnotené pred každou kosbou metódou redukovanej projektívnej dominancie podľa Malocha (1953). Na výpočet druhovej diverzity a vyrovnanosti trávneho porastu bol použitý Shannonov index druhovej diverzity (H) a Shannonov index vyrovnanosti (J).

Shannonov index druhovej diverzity (Begon, Harper a Townsend, 1997) podľa vzťahu:

$$H = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$$

kde: **H** - Shannonov index diverzity, **p_i** - podiel počtu jedincov *i*-tého druhu na celkovom počte jedincov celého spoločenstva, **S** - celkový počet druhov, **ln** - prirodzený logaritmus.

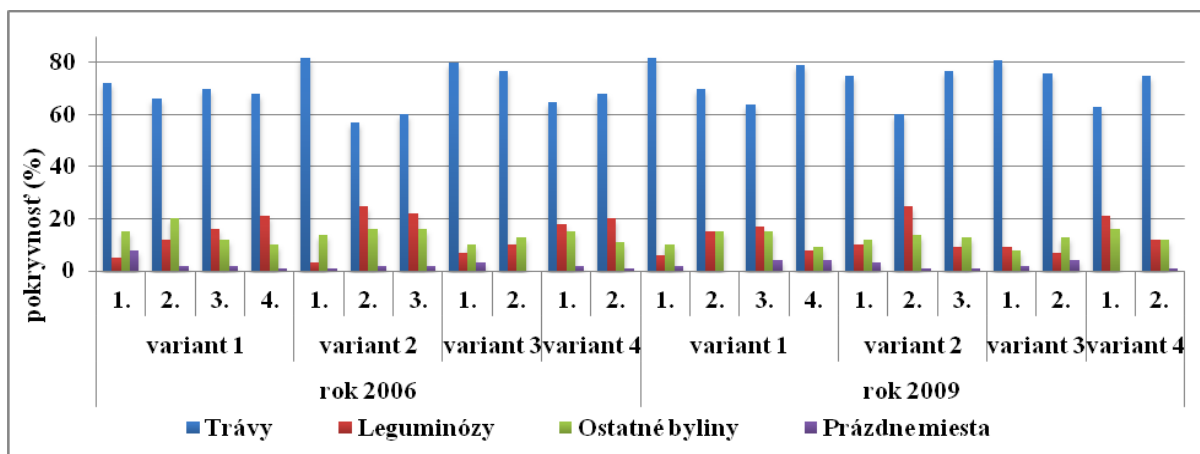
Shannonov index vyrovnanosti (Begon, Harper a Townsend, 1997) podľa vzťahu:

$$J = \frac{- \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i}{\ln S}$$

kde: **J** - Shannonov index vyrovnanosti, **p_i** - podiel počtu jedincov *i*-tého druhu na celkovom počte jedincov celého spoločenstva, **S** - celkový počet druhov.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Vplyv rozdielnych poveternostných podmienok a následne vplyv rôzneho využívania, počtu kosieb sa prejavil na zmene floristického zloženia porastu (Kohoutek, 2005). Na variante 1 sa znížila pokrývnosť trávnych druhov zo 72% (1. kosba) na 68% (4. kosba). Vplyvom vyššej intenzity využívania porastu sa zvýšilo zastúpenie druhov vo floristickej skupine leguminóz. Ich podiel sa zvýšil až na 21% (v 4. kosbe) na úkor tráv, ostatných bylín aj prázdnych miest. To súhlasí s výsledkami Mičovej *et al.* (2006), v ktorých poukazujú na zvyšovanie zastúpenia leguminóz v porastoch s najvyššou intenzitou využívania. Pokrývnosť ostatných bylín poklesla ku koncu vegetácie. Najvyššie zastúpenie sme zaznamenali v druhej kosbe (20%). Zmeny vegetácie boli pozorované aj na variante stredne intenzívne využívanom. V druhej kosbe došlo k značnému poklesu tráv (57%). Znížením trávnej zložky sa výrazne zvýšila pokrývnosť leguminóz, až o 22% (3. kosba) oproti 1. kosbe (3%). Percentuálne zastúpenie ostatných bylín sa nemenilo, kolísalo v rozsahu 14 až 16%. Pokrývnosť trávnych druhov na variante 3 bola najvyššia pri porovnaní s ostatnými využitiami. Potvrdili sa výsledky Kašparovej *et al.* (2007) o presadzovaní tendencie vyššieho podielu tráv pri dvojkosných variantoch. Najnižšie zastúpenie sme zaznamenali pri floristickej skupine leguminóz a ostatných bylín. Ich percentuálny podiel (7 a 10%) bol najnižší v porovnaní s viackosnými variantmi. Zvýšený podiel tráv redukuje podiel leguminóz a ostatných bylín. K rovnakým záverom dospeli aj Odstrčilová *et al.* (2012). Na extenzívnom variante boli zaznamenané menej výrazné zmeny v pokrývosti jednotlivých floristických skupín oproti intenzívnejším spôsobom obhospodarovania. Počas kosieb mali všetky floristické skupiny vyrovnané zastúpenie. Trávne druhy dosiahli 65 až 68% pokrývnosť a podiel leguminóz predstavoval 18 až 20%. Na intenzívnom štvorkosnom variante, v porovnaní s rokom 2006, sa zastúpenie tráv po štvorročnom využívaní porastu, zvýšilo (okrem 3. kosby). Na dvojkosných variantoch floristická skupina tráv menila svoju pokrývnosť nepatrne. Na variante 1 sa podiel leguminóz najprv zvýšil vplyvom využívania v 3. kosbe (nárast predstavoval 11%) oproti 1. kosbe (6%), následne sa v 4. kosbe znížil podiel o 9 % oproti 3. kosbe. Výrazné zníženie bolo na trojkosnom variante v 3. kosbe (9%) oproti 2. kosbe (25%). Zníženie pokrývnosti nastalo aj na dvojkosných variantoch. V prvom roku využívania porastu (rok 2006) pri deficite zrážok (376 mm) mali leguminózy nízku pokrývnosť. Tá istá tendencia nastala aj v roku 2009, pričom úhrn zrážok bol najnižší počas 4 rokov (328 mm). Leguminózam sa všeobecne darí na variantoch s vyššou frekvenciou kosenia, aj keď menej vytrvalé druhy leguminóz po štvorročnom využívaní postupne z porastu ustupujú. Podiel bylín bol na variantoch vyrovnaný, na málo intenzívnom variante stúpala prezencia ostatných bylín o 5% v priebehu vegetácie a pri extenzívnom variante poklesla zo 16% na 12%. Najvyrovnanejšie zastúpenie mala skupina ostatných lúčnych bylín na stredne intenzívnom variante (graf 1).



Graf 1: Zmeny vo floristickom zložení porastu v roku 2006 a 2009

Pokrývnosť jednotlivých trávnych druhov prítomných v poraste sa v priebehu rokov značne menila. V prvom sledovanom roku prevládajúcimi druhmi boli kostrava trsteníkovitá (*Festuca arundinacea* Schreb.) a kostrava červená (*Festuca rubra* L.). Kostrava trsteníkovitá mala v prvej kosbe až 25% pokrývnosť na prvom variante a 22% na variante 2. Na variante 4 nebola ich pokrývnosť tak výrazne vysoká ako pri ostatných variantoch. V ďalších rokoch sa ich zastúpenie vplyvom využívania mierne znižovalo, najmä na stredne intenzívnom variante. Z ďalších tráv dominovali trojštět žltkastý (*Trisetum flavescens* (L.) P. Beauv.) a lipnica lúčna (*Poa pratensis* L.). Tieto trávne druhy mali vysoké zastúpenie najmä v poslednom roku využívania. V poraste bola prítomná aj reznáčka laločnatá (*Dactylis glomerata* L.) (1-9%), jej pokrývnosť sa v ďalších rokoch postupne znižovala. Naopak zvýšila sa pokrývnosť pri stoklase rovnom (*Bromus erectus* Huds.). Vplyvom frekvencie kosenia sa postupne zvýšila aj pokrývnosť mätonohu rovného (*Lolium perenne* L.) a kostravy lúčnej (*Festuca pratensis* Huds.). Z floristickej skupiny leguminóz bola prítomná predovšetkým ďateľina plazivá (*Trifolium repens* L.). Pokrývnosť druhov sa vplyvom využívania výrazne nemenila

a v poraste si udržali dominantné postavenie. Na variante 3 v porovnaní s ostatnými variantmi mali leguminózy výrazne nižšiu pokryvnosť. Ďalším druhom prítomným v poraste bola vika tenkolistá (*Vicia tenuifolia* Roth.). Z ostatných bylín sa v poraste prejavili najmä rebríček obyčajný (*Achillea millefolium* L.), púpava lekárska (*Taraxacum officinale* auct. non. Web.) a skorocel kopijovitý (*Plantago lanceolata* L.), ktoré sa pravidelne vyskytovali na všetkých variantoch. Púpava lekárska dominovala v prvom roku využívania. Pri druhoch ako lipkavec syridlový (*Galium verum* L.), púpava lekárska (*Tragopogon orientalis* L.) a silenka obyčajná (*Silene inflata* Sm.), sme na daných variantoch zaznamenali zvýšenie pokryvnosti až v posledných dvoch rokoch.

Na základe pokryvnosti rastlinných druhov sme vypočítali Shannonov index druhovej diverzity (H) a vyrovnanosti (J). Hodnoty indexu H sa väčšinou pohybujú medzi 1,50 a 3,50 a iba zriedka prekročujú 4,50. V prvom roku využívania sa hodnota indexu (H) pohybovala od 2,11 do 2,66 (tab. 1). Najnižšia hodnota (1,95) bola nameraná v roku 2007 na intenzívne využívanom variante v 1. kosbe. V roku 2008 došlo k zvýšeniu indexu druhovej diverzity na všetkých variantoch, v porovnaní s prvým sledovaným rokom. Hodnota Shannonovho indexu diverzity sa pohybovala v rozpätí od 2,51 do 2,89. Index diverzity H sa začal blížiť k hodnote 3. Na extenzívne využívanom variante (variant 4) bola v roku 2009 zaznamenaná najvyššia druhová diverzita 2,94 (1. kosba) počas sledovaného obdobia. Extenzívne využívané trávne porasty sú z hľadiska druhovej diverzity najbohatšie. V 2009 sme zaznamenali zvýšenie hodnoty diverzity oproti prvému roku sledovania, aj keď ku koncu vegetácie sme zaznamenali mierny pokles.

Tabuľka 1: Shannonov index diverzity H

Variant	Kosba	Roky			
		2006	2007	2008	2009
1	I.	2,11	1,95	2,61	2,43
	II.	2,58	2,61	2,65	2,83
	III.	2,44	2,57	2,89	2,70
	IV.	2,66	2,39	2,70	2,46
2	I.	2,25	2,25	2,52	2,57
	II.	2,41	2,46	2,89	2,75
	III.	2,53	2,31	2,68	2,48
3	I.	2,40	2,34	2,51	2,61
	II.	2,41	2,12	2,56	2,47
4	I.	2,56	2,24	2,68	2,94
	II.	2,57	2,42	2,71	2,46

Jurko (1990) uvádza, že na základe vypočítaného indexu druhovej diverzity, je najpriateľnejší index vyrovnanosti (J). Jurko (1990) uvádza, že čím sa hodnoty indexu vyrovnanosti J viac blížila k 1, tým je spoločenstvo vyrovnanejšie. Vplyvom intenzity využívania sa hodnota indexu v roku 2006 zvyšovala ku koncu vegetácie na všetkých sledovaných variantoch. Najvyššia vyrovnanosť porastu v prvom roku využívania (0,86) bola na variante s najvyšším počtom využití počas roka. Najnižšia hodnota indexu J v 2007 bola zaznamenaná na prvom variante v 1. kosbe (0,61), kde sa zistila aj najnižšia hodnota druhovej diverzity. V roku 2008 sme nezaznamenali výrazné zmeny vo vyrovnanosti porastu, hodnoty indexu (J) sa pohybovali v rozpätí od 0,78 do 0,88. V poslednom roku obhospodarovania sa zvýšila vyrovnanosť porastu na málo intenzívne využívanom variante, v porovnaní s rokom 2006. Zvýšenie indexu J sme zaznamenali aj na variante 2 (stredne intenzívne využívaný), výnimku predstavuje len 3. kosba (zníženie na úroveň 0,83). Najvyššia vyrovnanosť porastu sa dosiahla na extenzívne využívanom variante 0,91. Index vyrovnanosti sa začal približovať k hodnote 1, možno teda konštatovať, že porast pri takomto spôsobe využívania bol najvyrovnanejší (tab. 2).

Tabuľka 2 : Shannonov index vyrovnanosti J

Variant	Kosba	Roky			
		2006	2007	2008	2009
1	I.	0,76	0,61	0,78	0,74
	II.	0,76	0,82	0,79	0,87
	III.	0,77	0,80	0,84	0,82
	IV.	0,86	0,77	0,84	0,80
2	I.	0,71	0,72	0,79	0,80
	II.	0,75	0,80	0,86	0,84
	III.	0,83	0,77	0,84	0,83
3	I.	0,75	0,78	0,80	0,80
	II.	0,80	0,72	0,84	0,81
4	I.	0,79	0,75	0,84	0,91
	II.	0,84	0,82	0,88	0,79

ZÁVERY

- Na stanovišti Suchý Vrch, počas štvorročného diferencovaného spôsobu využívania porastu, sme zaznamenali rozdiely v plošnej pokrývosti v jednotlivých floristických skupinách. Pri dvojkosnom využívaní v poraste dominujú trávne druhy.
- Vplyvom vyššej intenzity využívania porastu sa zvýšilo zastúpenie druhov zo skupiny leguminóz. V priebehu vegetácie ostatné lúčne byliny menili svoju pokrývnosť minimálne. Vplyvom intenzity využívania svoj podiel mierne zvyšovali na viackosných variantoch.
- Extenzívne kosné využívanie malo za následok rozvoj druhovej diverzity, ktorá sa prejavila najvyššími hodnotami Shannonovho indexu diverzity. Zároveň na predmetnom variante sme zaznamenali najvyrovnanejšiu distribúciu rastlinných druhov v sledovanom trávnom poraste.

Pod'akovanie: Tento príspevok bol spracovaný vďaka podpore Operačného programu Výskum a vývoj v rámci EÚ, ITMS 26220220042 „Manuál pratotechniky pre raticovú zver a priaznivý stav životných podmienok Tetra vo vysokohorských oblastiach, spolufinancovaného zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

LITERATÚRA

- BASSIGNANA, M. et al. : Specific biodiversity in alpine meadows at different degree of utilisation intensity. In Grassland Science in Europe, 7, s. 1010-1011.
- BEGON, M. et al. : Ekologie – jedinci, populace a spoločenstva. Olomouc : Vydavatelství University Palackého, 1997, 949 s.
- JEANGROS, B. : Plantes herbacées dicotylédones : une contribution à la biodiversité des prairies permanentes. In Revue Suisse d'Agriculture. 26 (3), s. 151-154 et 163-166.
- JURKO, A. : Ekologické a socioekonomické hodnotenie vegetácie. Bratislava : Príroda, 1990, 183 s.
- KAŠPAROVÁ, J. et al.: Intenzita využívania a druhová skladba travných porostů. In Súčasnost' a perspektívy krmovinárskeho výskumu a vzdelávania v multifunkčnom využívaní krajiny. Nitra. 20.9.2007, s. 55-58.
- KOHOUTEK, A. Effects of fertilizer level and cutting frequency on yield and forage quality of grasslands. In Integrating Efficient Grassland Farming and Biodiversity. Tartu. 2005, s. 332-335.
- MALOCH, M. : Krmovinárstvo. Bratislava, 1953. 616 s.
- MIČOVÁ, P. et al. : Botanické zmeny v porastu ve vztahu k různému způsobu obhospodařování. In Výzkum v chovu skotu. 2, s. 34-38.
- MRKVIČKA, J. et al. : Influence of fertilization rates on species composition, quality and yields of the meadow fodder. In Rostlinná výroba. 48 (11), s. 494-498.
- NÖSBERGER, J. et al. : Increasing biodiversity through management. In Grassland and Land use systems. Italy. 15-16. 9.1996, s. 949 – 956.
- ODSTRČILOVÁ, V. et al. : Vliv obhospodařování trvalých travných porostů na diverzitu rostlinných druhů v období 2003-2011 na mezotrofním stanovišti. In Trval udržitelné systémy obhospodařování travných porostů v České republice a jejich perspektiva. Rapotín. 8.11.2012, s. 88-98.
- RYSER, P. et al. : Species richness and vegetation structure in a limestone grassland after 15 years management with six biomass removal regimes. In Folia Geobotanica. 30 (2), s. 157-167.

POĽNÁ ODOLNOSŤ VYBRANÝCH GENOTYPOV PŠENICE LETNEJ F. OZIMNEJ VOČI OBLIGÁTNYM PARAZITOM

Field resistance of selected winter wheat genotypes to important obligatory parasites

MIROSLAVA MAJESKÁ – JOZEF GUBIŠ

Centrum výskumu rastlinnej výroby – Výskumný ústav rastlinnej výroby Piešťany

*The objective of this study was to evaluate non-specific resistance of selected winter wheat varieties to obligatory parasites. Resistance of 92 varieties of wheat to selected pathogens was evaluated in 2013 in field experiment at locality Piešťany. For *Blumeria graminis*, the average attack was at the level of 630,3 AUDPC. Rainer was the variety with significantly lowest AUPDC value, and on the other hand, the highest value was recorded for variety Bonita. For *Puccinia triticina* was the average attack up to the mark 140,1 AUDPC. The low attack was recorded on 15 varieties (Venistar, Ignis, Mv Palotás, Klea, IS Bonet, IS Apage, Axis, Stanislava, Ines, Hana, Rapsodia, IS Ezopus, Arida, Armelis, Velta), and the highest attack was recorded for variety Bruta.*

Key words: powdery mildew, leaf rust, resistance, AUDPC

ÚVOD

Pšenica (*Triticum aestivum* L.) je jednou z celosvetovo najpestovanejších plodín, pričom sa odhaduje, že jej ročná spotreba sa zvyšuje o 1,3 až 2,6 %. Zvýšenie výnosu zrna je najjednoduchší spôsob ako dosiahnuť rastúci dopyt po pšenici, avšak hlavnou prekážkou pri produkcii sú epidémie spôsobované patogénnymi hubami. Medzi najčastejšie patogény, ktoré napádajú pšenicu patrí múčnatka trávová a hrdza pšeničná (Li *et al.*, 2007).

Múčnatku pšenice spôsobuje obligátny patogén z kmeňa *Ascomycota*; *Blumeria graminis* (DC.) E.O. Speer f. sp. *tritici* Em. Marchal. Ide o jedno z najdôležitejších ochorení pšenice, zodpovedné za veľké straty na úrode v celosvetovom merítku (Li *et al.*, 2013; Randoux *et al.*, 2006). Najekonomickejšia a najefektívnejšia metóda ochrany pred múčnatkou je pestovanie rezistentných odrôd pšenice (Věchet, 2006). Na získanie nových zdrojov rezistencie a ich následné využitie v šľachtiteľských postupoch sú preto potrebné pravidelné terénne prieskumy frekvencie virulencie *B. graminis* f. sp. *tritici* (Costamilan, 2005).

Medzi najbežnejšie patogény pšenice patrí aj hrdza pšeničná (*Puccinia triticina* Eriks. & Henn.) z kmeňa *Basidiomycota*. *Puccinia triticina* je polycyklický patogén schopný rýchlo meniť povahu virulencie a práve kvôli jej pravidelnému výskytu a dlhotrvajúcemu vegetačnému obdobiu, ktoré je bežné pre vývoj obilnín, je hrdza jedno z najničivejších ochorení na celom svete. Vzhľadom na spôsob šírenia patogéna je používanie chemických prípravkov vo veľkom meradle neekonomické. Ekonomicky prijateľnejší spôsob regulácie výskytu ochorenia je používanie rezistentných odrôd. Poznanie genetiky vzťahu hostiteľ/patogén je kľúčovým krokom vo vývoji rezistentných odrôd a práve terénne prieskumy pomáhajú spoznať nové virulénne rasy patogéna (Fayyaz *et al.*, 2008).

Cieľom práce bolo zhodnotenie poľnej odolnosti súboru odrôd pšenice voči vybraným obligátnym parazitom pšenice.

MATERIÁL A METÓDA

V roku 2013 sme hodnotili nešpecifickú rezistenciu 92 registrovaných odrôd pšenice letnej f. ozimnej. Poľnú odolnosť voči *Blumeria graminis* f. sp. *tritici* a *Puccinia triticina* sme hodnotili v maloparcelkových pokusoch (1m²) na lokalite Piešťany v dvoch opakovaníach. Približne v 10 dňových intervaloch sme zaznamenávali napadnutie listovej plochy podľa Babajanca (1988) v piatich termínoch pre múčnatku trávovú v štádiách BBCH 21 - BBCH 71 a v dvoch termínoch pre hrdzu pšeničnú v štádiách BBCH 51- BBCH 92. Z bodových a percentuálnych hodnôt plochy napadnutia sme vypočítali hodnoty AUDPC (plochy napadnutia pod krivkou vývoja choroby) podľa Broers *et al.* (1996). Štatistická analýza hodnôt AUDPC bola spracovaná v programe SPSS (13.0). Údaje boli vyhodnotené použitím analýzy variancie (ANOVA, $P \leq 0,05$) s následným HSD Tukey testom.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

V poľných podmienkach bolo uskutočnené hodnotenie nešpecifickej odolnosti na lokalite Piešťany voči múčnatke trávovej a hrdzi pšeničnej. Hodnoty AUDPC vyjadrovali rozsah napadnutia týmito patogénmi. Rozdiely medzi hodnotami AUDPC boli zistené pomocou HSD Tukey testu s hladinou významnosti ($P \leq 0,05$). Analýzou variancie sme zistili štatisticky významné rozdiely ($P \leq 0,05$) v odolnosti odrôd pri jednotlivých sledovaných chorobách (Tab.1). Avšak štatisticky významné interakcie medzi sledovanými

chorobami neboli zistené. Múčnatka trávová bola hodnotená od rastového štádia začiatok odnožovania až do štádia voskovo-mliečna zrelosť. V hodnotenom období boli najnižšie hodnoty AUDPC zaznamenané pri 8 odrodách (Tab.2), pričom najnižšou hodnotou (AUDPC = 161,9) sa vyznačovala odroda Rainer. Priemerná hodnota AUDPC sa v sledovanom súbore odrôd pohybovala na úrovni 630,3. Naopak najvyššia hodnota bola zaznamenaná pri odrode Bonita (AUDPC= 2366,3). Druhou sledovanou chorobou bola hrdza pšeničná, ktorá bola hodnotená od rastového štádia začiatok klasenia až do úplnej zrelosti (Tab.3). V sledovanom období hodnotené odrody vykazovali podstatne vyššiu odolnosť voči napadnutiu hrdzou pšeničnou oproti múčnatke trávovej. Z hodnotených odrôd bolo najnižšie napadnutie zaznamenané u odrôd Venistar, Ignis, Mv Palotás, Klea, IS Bonet, IS Apage, Axis, Stanislava, Ines, Hana, Rapsodia, IS Ezopus, Arida, Armelis, Velta; AUDPC = 60). Naopak, najväčšie napadnutie bolo zaznamenané na odrode Bruta (AUDPC = 480), pričom priemerná hodnota napadnutia bola na úrovni 140,1 AUDPC.

Hodnotením odolnosti odrôd pšenice voči *Blumeria graminis* f. sp. *tritici* a *Puccinia triticina* sa už zaoberali viacerí autori ako Flath a Andersch (1996), Hanušová a Bartoš (1998), Yu *et al.* (2001), Věchet (2004), či Manickavelu *et al.* (2010). Yu *et al.* (2001) hodnotili 60 odrôd pšenice letnej f. ozimnej, z ktorých 5 prejavilo dobrú odolnosť voči napadnutiu múčnatkou. Věchet (2004) na 18 umelo infikovaných odrodách počas 4 rokov potvrdil, že väčšina kultivarov a líní si svoje vlastnosti rezistencie zachováva aj v rokoch s väčším infekčným tlakom patogéna. Šíp *et al.* (2005) hľadajú východiská pre vytvorenie kombinovanej odolnosti voči chorobám.

ZÁVERY

Šľachtenie rezistentných odrôd je najbežnejší spôsob ako dosiahnuť redukcii strát spôsobených hubovými patogénmi. Genetická variabilita patogénov však vedie ku vzniku nových virulentných vlastností a génov. Z toho dôvodu je šľachtenie súvislý proces, k úspechu ktorého je potrebný monitoring zmien vo virulencii populácií daných patogénov (Bartoš *et al.*, 2000).

- V práci sme identifikovali nešpecifickú odolnosť vybraných registrovaných odrôd voči múčnatke trávovej a hrdzi pšeničnej, ktorá bola sledovaná v poľných podmienkach na lokalite Piešťany.
- Zo získaných údajov poľnej odolnosti bol zaznamenaný preukazne vyšší infekčný tlak pri múčnatke trávovej.
- Identifikovali sme odrody s vyhovujúcou odolnosťou voči sledovaným znakom, ktoré sú potenciálne vhodné do procesu tvorby nových odrôd pre pestovateľské podmienky Slovenska.
- Najlepšiu odolnosť voči napadnutiu múčnatkou trávovou preukázali odrody Rainer, Evelina, Sultan, Estica, Eurofit, Stanislava, Etela a Petrana. Naopak, najcitlivejšia bola odroda Bonita.
- Odrody s dostatočnou rezistenciou voči infekčnému tlaku hrdze pšeničnej boli Venistar, Ignis, Mv Palotás, Klea, IS Bonet, IS Apage, Axis, Stanislava, Ines, Hana, Rapsodia, IS Ezopus, Arida, Armelis a Velta. Odroda Bruta reagovala na napadnutie hrdzou pšeničnou najcitlivejšie.
- Dobrú odolnosť voči oboj sledovaným chorobám súčasne, prejavila odroda Stanislava.

Pod'akovanie: Táto práca vznikla vďaka podpore v rámci OP Výskum a vývoj pre projekt: Systémová biológia pre ochranu, reprodukciu a využitie rastlinných zdrojov Slovenska (ITMS 26210120022), spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

LITERATÚRA

- BABAJANC, I.: Metody selekcie i ocenki ustojčivosti pšenici i jačmenja k bolezňam v stranach - členach, 1988, SEV. Praha, s. 321.
- BARTOŠ, P. *et al.*: Wheat leaf rust races/pathotypes in the Czech Republic in 1999-2000. In: Plant Protection Science, vol. 37, 2000, number 1, p. 10-16
- BROERS, L.H.M.-CUESTA SUBIAS, X.- LÓPEZ ATILANO, R.M.: Field assessment of quantitative resistance to yellow rust in ten spring bread wheat cultivars. In: Euphytica, vol. 90, 1996, number 1, p. 9-16
- COSTAMILAN, L.M.: Variability of the Wheat Powdery Mildew Pathogen *Blumeria graminis* f. sp. *tritici* in the 2003 Crop Season. In: Fitopatologia Brasileira, vol. 30, 2005, number 4, p. 420-422.
- FAYYAZ, M. *et al.*: Current status of the occurrence and distribution of (*Puccinia triticina*) wheat leaf rust virulence in Pakistan. In: Pakistan Journal of Botany, vol. 40, 2008, number 2, p. 887-895.
- FLATH, K. - ANDERSCH, A.: Assessment of partial resistance to powdery mildew in German winter wheat varieties by a laboratory method. In: Proc. 9th European Mediterranean Cereal Rust & Powdery Mildews Conf. Lunteren, The Netherlands, 2-6 September 1996.
- HANUŠOVÁ, R. - BARTOŠ, P.: Genetics of powdery mildew resistance of winter wheat cultivars Alka, Asta, Astella, Boka, Bruta, Ina, Rexia, Samara and Síría. In: Plant Protection Science, vol. 34, 1998, p. 27-31.

- LI, B. *et al.*: Application of Geographic Information Systems to Identify the Oversummering Regions of *Blumeria graminis* f. sp. *tritici* in China. In: Plant Disease, vol. 97, 2013, number 9, p. 1168-1174.
- LI, H. *et al.*: Characterization of Wheat-Triticale Lines Resistant to Powdery Mildew, Stem Rust, Stripe Rust, Wheat Curl Mite, and Limitation on Spread of WSMV. In: Plant Disease, vol. 91, 2007, number 4, p. 368-374
- MANICKAVELU, A. *et al.*: Comparative Gene Expression Analysis of Susceptible and Resistant Near-Isogenic Lines in Common Wheat Infected by *Puccinia triticina*. In: DNA Research, vol. 17, 2010, p. 211-222
- RANDOUX, B. *et al.*: Inhibition of *Blumeria graminis* f. sp. *tritici* Germination and Partial Enhancement of Wheat Defenses by Milsana. In: Phytopathology, vol. 96, 2006, number 11, p. 1278-1286.
- ŠÍP, V. *et al.*: Theoretical Bases and Sources for Breeding Wheat for Combined Disease Resistance. In: Czech Journal of Genetics Plant Breeding, vol. 41, 2005, number 4, p. 127-143.
- VĚCHET, L.: Reaction of Winter Wheat Cultivars and Breeding Lines to *Blumeria graminis* f.sp. *tritici*. In: Plant Protection Science, vol. 42, 2006, number 1, p. 15-20.
- VĚCHET, L.: Comparing of powdery mildew epidemic on winter wheat cultivars with susceptible, partial resistant and resistant reaction. In: Acta fytotechnica et zootechnica, vol. 7, 2004, p. 339-341
- YU, D.Z. *et al.*: Assessment of partial resistance to powdery mildew in Chinese wheat varieties. In: Plant Breeding, vol. 120, 2001, number 4, p. 279-284.

Tabuľka 1: Analýza variancie hodnôt plochy napadnutia *B. graminis* a *P. triticina* registrovaných odrôd pšenice v roku 2013

Zdroj	df	SS	MS	F	Sig.
<i>B. graminis</i>					
Odroda	90	26037808	289309	6,737862	0,00
Chyba	91	3907340	42937,8		
<i>P. triticina</i>					
Odroda	90	702197,8	7802,198	11,60131	0,00
Chyba	91	61200	672,527		

Tabuľka 2: Priemerné hodnoty AUDPC napadnutia múčnatkou trávovou (Piešťany) registrovaných odrôd v poľných podmienkach v roku 2013

Genotyp	Priemer	Genotyp	Priemer	Genotyp	Priemer
Rainer	161,9 ^a	Bakfis	438,8 ^{abc}	Elpa	606,25 ^{abc}
Evelina	255 ^a	Charger	453,75 ^{abc}	Bona Dea	632,5 ^{abcd}
Sultan	255,65 ^a	Balada	457,5 ^{abc}	Bohemia	638,15 ^{abcd}
Estica	276,3 ^a	Madejka	459,4 ^{abc}	Balaton	647,55 ^{abcd}
Eurofit	282,5 ^a	Venistar	460 ^{abc}	Astella	650 ^{abcd}
Stanislava	285 ^a	Malvína	473,15 ^{abc}	IS Corvinus	660,65 ^{abcd}
Etela	296,9 ^a	Bruta	476,25 ^{abc}	Veldava	662,5 ^{abcd}
Petrana	311,9 ^a	Arida	486,9 ^{abc}	Sana	665 ^{abcd}
Eva	325,65 ^{ab}	PS Pinta	490,05 ^{abc}	Brea	669,4 ^{abcd}
Verita	345,65 ^{ab}	IS Ezopus	501,25 ^{abc}	Bety	672,5 ^{abcd}
Viador	345,65 ^{ab}	Ines	514,4 ^{abc}	Residence	716,9 ^{abcd}
Silvie	351,25 ^{ab}	IS Questor	526,25 ^{abc}	Caphorn	723,75 ^{abcd}
Šarlota	355 ^{ab}	Sulamit	531,9 ^{abc}	Vanda	754,4 ^{abcd}
Armelis	368,15 ^{abc}	Axis	535,65 ^{abc}	Torysa	778,15 ^{abcde}
Torrild	371,25 ^{abc}	Simila	540,65 ^{abc}	Blava	803,75 ^{abcde}
Hana	372,55 ^{abc}	Bosorka	543,15 ^{abc}	Pavĺina	813,15 ^{abcde}
Ignis	374,4 ^{abc}	Raduza	544,4 ^{abc}	Pegassos	869,4 ^{abcde}
Genoveva	388,15 ^{abc}	Vlada	546,25 ^{abc}	IS Karpatia	896,25 ^{abcde}
IS Apage	393,75 ^{abc}	Víglanka	551,25 ^{abc}	Rheia	901,25 ^{abcde}
IS Bonet	393,75 ^{abc}	Lívia	552,55 ^{abc}	Ebi	932,5 ^{abcde}
Penalta	394,4 ^{abc}	Meritto	558,8 ^{abc}	Baskerville	961,25 ^{abcde}
Klaudia	396,9 ^{abc}	Bazilika	561,25 ^{abc}	Mv Vekni	1007,5 ^{abcde}
Viginta	411,25 ^{abc}	IS Media	566,25 ^{abc}	Markoľa	1042,55 ^{abcde}
Rapsodia	413,75 ^{abc}	Zerda	582,5 ^{abc}	Mv Magvas	1048,75 ^{abcde}
Tacitus	421,3 ^{abc}	Barryton	583,75 ^{abc}	Malyska	1234,4 ^{bcdefg}
Klea	423,75 ^{abc}	Mv Palotás	584,4 ^{abc}	Alacris	1279,4 ^{cdefg}
Anduril	427,5 ^{abc}	Ilias	585 ^{abc}	Alana	1530,05 ^{defgh}
Corsaire	430 ^{abc}	Barroko	590 ^{abc}	Chrudimka	1676,25 ^{efgh}
Clever	431,9 ^{abc}	Iłona	600 ^{abc}	Matisse	1863,8 ^{fgh}
Velta	435,05 ^{abc}	Mladka	603,15 ^{abc}	Košutka	2055,65 ^{gh}
				Bonita	2366,3 ^h
$\bar{x} = 630,3$					

a-h AUDPC hodnoty označené rovnakým písmenom nie sú štatisticky preukazne odlišné

Tabuľka 3: Priemerné hodnoty AUDPC napadnutia hrdzou pšeničnou (Piešťany) registrovaných odrôd v poľných podmienkach v roku 2013

Genotyp	Priemer	Genotyp	Priemer	Genotyp	Priemer
Venistar	60 ^a	Caphorn	120 ^{abc}	Torrild	150 ^{abcd}
Ignis	60 ^a	Sana	120 ^{abc}	Penalta	150 ^{abcd}
Mv Palotás	60 ^a	Residence	120 ^{abc}	Pegassos	165 ^{abcd}
Klea	60 ^a	Charger	120 ^{abc}	Mv Vekni	165 ^{abcd}
IS Bonet	60 ^a	Chrudimka	120 ^{abc}	Estica	165 ^{abcd}
IS Apage	60 ^a	Madejka	120 ^{abc}	Silvie	165 ^{abcd}
Axis	60 ^a	Rainer	120 ^{abc}	Ebi	180 ^{bcd}
Stanislava	60 ^a	Raduza	120 ^{abc}	Corsaire	180 ^{bcd}
Ines	60 ^a	Markola	120 ^{abc}	Rheia	180 ^{bcd}
Hana	60 ^a	Lívia	120 ^{abc}	Anduril	180 ^{bcd}
Rapsodia	60 ^a	Evelina	120 ^{abc}	Balada	180 ^{bcd}
IS Ezopus	60 ^a	Genoveva	120 ^{abc}	Košutka	180 ^{bcd}
Arida	60 ^a	Alacris	120 ^{abc}	Sulamit	180 ^{bcd}
Armelis	60 ^a	Ilona	120 ^{abc}	Brea	180 ^{bcd}
Velta	60 ^a	Petrana	120 ^{abc}	Pavĺina	180 ^{bcd}
Šarlota	75 ^{ab}	IS Media	120 ^{abc}	Torysa	180 ^{bcd}
Astella	90 ^{abc}	Ilias	135 ^{abcd}	Bosorka	180 ^{bcd}
Mv Magvas	90 ^{abc}	Verita	135 ^{abcd}	Alana	180 ^{bcd}
Bety	90 ^{abc}	Eva	150 ^{abcd}	Baskerville	180 ^{bcd}
Vlada	120 ^{abc}	Klaudia	150 ^{abcd}	Barryton	180 ^{bcd}
Sultan	120 ^{abc}	Eurofit	150 ^{abcd}	Barroko	180 ^{bcd}
IS Corvinus	120 ^{abc}	Malvína	150 ^{abcd}	Viador	180 ^{bcd}
Meritto	120 ^{abc}	Blava	150 ^{abcd}	Balaton	180 ^{bcd}
IS Karpatia	120 ^{abc}	Etela	150 ^{abcd}	Zerda	180 ^{bcd}
Bohemia	120 ^{abc}	Matisse	150 ^{abcd}	Bakfis	195 ^{cde}
Bona Dea	120 ^{abc}	Bazilika	150 ^{abcd}	Clever	240 ^{de}
Veldava	120 ^{abc}	Mladka	150 ^{abcd}	Elpa	240 ^{de}
Vanda	120 ^{abc}	Viginta	150 ^{abcd}	PS Pinta	240 ^{de}
Tacitus	120 ^{abc}	IS Questor	150 ^{abcd}	Bonita	300 ^e
Simila	120 ^{abc}	Víglanka	150 ^{abcd}	Malyska	300 ^e
				Bruta	480 ^f
$\bar{x} = 140,1$					

a-h: AUDPC hodnoty označené rovnakým písmenom nie sú štatisticky preukazne odlišné

VÝŽIVNÁ HODNOTA TRÁVNEHO PORASTU PO APLIKÁCI KOMPOSTU

Nutritive value of grassland after application of compost

ŠTEFAN POLLÁK – MARIANA JANČOVÁ – DAŠA BEŇOVÁ

Centrum výskumu rastlinnej výroby – Výskumný ústav rastlinnej výroby Piešťany – Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva Banská Bystrica

*A research of effects of different application rates of compost on the nutrient content and the nutritive value of grassland phytomass was carried out at Suchý vrch site during 2010 – 2012. The research trial was established on permanent grassland and arranged into randomized blocks with four replicates at the following treatments (as net nutrients): zero fertilizer application; 40 kg N ha⁻¹; 80 kg N ha⁻¹; 120 kg N ha⁻¹. The compost was made from herbage collected by cutting the permanent grassland. With the rising content of dry matter (DM) in herbage, the fibre content was increasing ($r = 0.5671^{**}$), while the content of PDIN ($r = -0.5758^{**}$) and PDIE ($r = -0.5571^{**}$) was decreasing. The nutritive value parameters were more influenced by the factor of cutting than by the rates of compost application.*

Key words: compost, nutritive value, nutrient content, grassland, fertilization

ÚVOD

Kompost je podľa REGALA a KRAJČOVIČA (1963) najvhodnejším predpokladom pre zapracovanie semien pri príseve prerednutých porastov, obohacuje mačinu o mikroorganizmy, ktoré tvorbou CO₂ zaisťujú uhlíkatú výživu porastu. Zohľadnením miestnych podmienok, minimálnych nákladov, revitalizáciou trávnych porastov a výrobou kompostu z fytomasy trávneho porastu sa zaoberali KOLLÁROVÁ, HÁJKOVÁ a STONAWSKÁ (2007) a tiež POLLÁK a JAVORKA (2010) ktorí prihliadali aj na agroenvironmentálne hľadisko starostlivosti a údržby krajiny. Vplyv kompostu na zmenu vlastností pôd na narušených stanovištiach v rôznych prostrediach hodnotili SINGER a kol. (2006). Podľa ich štúdie povrchové použitie kompostov pri výstavbe a rekultivácii hrádzí zvýši zadržiavanie vody po daždi a podporí rast rastlín.

MATERIÁL A METÓDA

Pokus sa riešil na výskumnej báze CVRV-VÚTPHP Suchý vrch. Lokalita spadá do katastra obce Radvaň a nachádza sa v nadmorskej výške 480 m, na mierne sklonitom svahu so SV expozíciou. Oblasť patrí do regiónu Kremnických vrchov. Priemerné ročné zrážky 853 mm, za vegetačné obdobie 441 mm. Priemerné ročné teploty 7,7 °C, za vegetáciu 13,6 °C. Geologický substrát stanovišťa tvoria zvetraliny andezitov, pôdny typ – kambizem. Vývoj terajšieho trvalého trávneho porastu prebiehal na stanovišti 30 – 40 rokov, v priebehu ktorých sa vyvinulo spoločenstvo s dominanciou *Trisetum flavescens*. Na základe druhového floristického zloženia možno sledovaný TP zaradiť do zväzu *Arrhenatherion*.

Podľa chemického zloženia kompostu (N 11,71 g.kg⁻¹ sušiny, P 3,35 g.kg⁻¹ sušiny, K 12,58 g.kg⁻¹ sušiny, Na 2,4 g.kg⁻¹ sušiny, Ca 8,2 g.kg⁻¹ sušiny, Mg 4,7 g.kg⁻¹ sušiny) sme stanovili aplikačné dávky kompostu v závislosti od obsahu dusíka. Úroveň faktora bola kosba a výška aplikovaného kompostu.

Variety hnojenia:

1. variant - nehnojená kontrola,
2. variant - 40 kg N.ha⁻¹ č.ž. z kompostu vyprodukovaného z fytomasy TTP,
3. variant - 80 kg N.ha⁻¹ č.ž. z kompostu vyprodukovaného z fytomasy TTP,
4. variant - 120 kg N.ha⁻¹ č.ž. z kompostu vyprodukovaného z fytomasy TTP.

Na stanovenie primárnej produkcie sa porast využíval trikrát počas vegetačného obdobia:

1. kosba – začiatok metania prevládajúcich druhov tráv,
2. kosba – 35 dní po 1. kosbe,
3. kosba – v 1. dekáde septembra (resp. kosby vo vhodných agrotechnických termínoch).

Pri zbere pokusných parciel sme z každého variantu odobrali priemernú vzorku zelenej fytomasy (cca. 500 g) na laboratórne rozbory. Vo vzorkách fytomasy sme laboratórne stanovili obsah sušiny, dusíkatých látok (Nx6,25), tuku, popola a vlákničky podľa pokynov uvedených vo Výnose Ministerstva pôdohospodárstva Slovenskej republiky č. 2145/2004-100, ktorým sa mení a dopĺňa výnos Ministerstva pôdohospodárstva Slovenskej republiky č. 1497/4/1997-100 o úradnom odbere vzoriek a laboratórnom skúšaní a hodnotení krmív a podľa ďalších pokynov uvedených vo výnose Ministerstva pôdohospodárstva Slovenskej republiky z č. 149/2/2003-100. Na základe laboratórne stanoveného obsahu živín sme podľa rovníc uvedených v prílohe č. 8 Výnosu Ministerstva pôdohospodárstva Slovenskej republiky č. 39/1/2002-100 vypočítali výživnú hodnotu fytomasy vyjadrenú ukazovateľmi PDIN, PDIE, NEL, NEV a ME.

Zistené výsledky boli spracované výpočtami aritmetických priemerov a štatisticky vyhodnotené metódou viacfaktorovej analýzy rozptylu *Anova* a *Tukeyovým testom* kontrastov pri hladine preukaznosti rozdielov $P < 0,05$ a $P < 0,01$.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Priemerný obsah živín a výživnú hodnotu fytomasy pri jednotlivých variantoch uvádzame v tabuľke 1. Preukazne ($P < 0,01$) najvyšší obsah sušiny ($301,46 \text{ g.kg}^{-1}$) sme zaznamenali v 3. pokusnom roku, oproti predchádzajúcim pokusným rokom. Vyšší obsah sušiny mali porasty zberané v 3. kosbe ($275,80 \text{ g.kg}^{-1}$). Priemerný obsah sušiny sa v rámci hodnotených variantov nachádzal v rozpätí $255,37 \text{ g.kg}^{-1}$ (3. variant) – $267,72 \text{ g.kg}^{-1}$ (4. variant), rozdiely hodnôt koncentrácie sušiny neboli medzi variantmi štatisticky preukazné. Najvyšší obsah N-látok sme zaznamenali v 1. roku pokusu ($118,53 \text{ g.kg}^{-1}$ sušiny) oproti tomu mala najnižší obsah N-látok fytomasa v 3. roku pokusu ($103,80 \text{ g.kg}^{-1}$ sušiny). Najvyšší ($P < 0,01$) priemerný obsah N-látok sme zaznamenali vo fytomase zberanej v 2. kosbe oproti ostatným kosbám. So zvyšujúcou sa dávkou kompostu sme nezaznamenali zvyšovanie obsahu N-látok vo fytomase sledovaných variantov. Obsah N-látok sa u nich nachádzal v rozpätí $107,20 - 112,69 \text{ g.kg}^{-1}$ sušiny. Vyšší obsah vlákniny ($251,73 \text{ g.kg}^{-1}$ sušiny) sme zaznamenali v 3. pokusnom roku, čo dávame do súvisu s najvyšším obsahom sušiny fytomasy v tomto pokusnom roku. Fytomasa zberaná v 3. kosbe mala preukazne ($P < 0,01$) vyšší obsah vlákniny ($242,39 \text{ g.kg}^{-1}$ sušiny) oproti fytomase z druhej kosby ($188,84 \text{ g.kg}^{-1}$ sušiny). So zvyšovaním obsahu sušiny vo fytomase zberaných porastov (graf 1, 2) sme zaznamenali zvyšovanie obsahu vlákniny ($r = 0,5671^{++}$) a znižovanie obsahu N-látok ($r = -0,5758^{++}$).

Výživná hodnota trávnych porastov je určovaná jej bielkovinovou (PDIN, PDIE) a energetickou hodnotou (NEL, NEV, ME), ktorá úzko súvisí s chemickým zložením trávnej fytomasy. Najvyšší obsah PDIN ($73,88 \text{ g.kg}^{-1}$ sušiny) a tiež PDIE ($74,56 \text{ g.kg}^{-1}$ sušiny) sme zaznamenali v 1. pokusnom roku čo dávame do súvisu s najvyšším obsahom N-látok vo fytomase tohto roku. V uvedených ukazovateľoch bielkovinovej zložky výživnej hodnoty sme zaznamenali preukaznosť rozdielov medzi prvým a tretím rokom pokusu ($P < 0,01$). Preukazne vyšší ($P < 0,01$) obsah PDIN a PDIE sme zaznamenali vo fytomase zberanej v 2. kosbe oproti ostatným kosbám. Znižovanie obsahov dusíkatej zložky výživnej hodnoty so zvyšovaním obsahu sušiny v poraste sme potvrdili korelačnými koeficientmi $r = -0,5758^{++}$ pre hodnoty PDIN a $r = -0,5571^{++}$ pre hodnoty PDIE. Hodnotením ukazovateľov degradovateľných N-látok v rámci jednotlivých pokusných variantov sme nezaznamenali preukazný vplyv zvyšovania dávok kompostu na ich obsah vo fytomase TP. Obsah PDIN sa nachádzal v rozpätí hodnôt $66,82 - 70,24 \text{ g.kg}^{-1}$ sušiny a obsah PDIE v rozpätí hodnôt $73,47 - 73,81 \text{ g.kg}^{-1}$ sušiny. Nižšie hodnoty NEL ($5,334 \text{ MJ.kg}^{-1}$ sušiny) a tiež NEV ($5,129 \text{ MJ.kg}^{-1}$ sušiny) sme zaznamenali v prvom pokusnom roku oproti ostatným pokusným rokom. Preukazne vyššie hodnoty ($P < 0,05$) ME sme zaznamenali v 2. a 3. roku pokusu, oproti hodnotám ME v 1. roku pokusu ($9,109 \text{ MJ.kg}^{-1}$ sušiny). Najvyššie hodnoty všetkých ukazovateľov energetickej zložky výživnej hodnoty sme zaznamenali vo fytomase zberanej v 1. kosbe oproti ostatným kosbám. Vyššie hodnoty NEL, NEV a ME sme zaznamenali pri variantoch hnojených kompostom oproti kontrole a vo fytomase 3. variantu oproti všetkým hodnoteným variantom, uvedené rozdiely však nedosiahli štatistickú preukaznosť.

ZÁVERY

- Preukazne vyšší obsah sušiny sme zaznamenali v 3. roku pokusu, oproti obom predchádzajúcim pokusným rokom a vo fytomase porastov zberaných v 3. kosbe.
- Najvyšší obsah N-látok sme zistili v 1. roku pokusu a vo fytomase porastov zberaných v 2. kosbe oproti ostatným kosbám.
- So zvyšovaním obsahu sušiny vo fytomase zberaných porastov sme zaznamenali zvyšovanie obsahu vlákniny ($r = 0,5671^{++}$) a znižovanie obsahu N-látok ($r = -0,5758^{++}$).
- Vplyv zvyšovania dávok kompostu v rámci jednotlivých variantov sme pri hodnotách N-látok, PDIN a PDIE nezaznamenali.
- Vyššie hodnoty NEL, NEV a ME sme zaznamenali pri variantoch hnojených kompostom oproti kontrole a vo fytomase 3. variantu oproti ostatným variantom.

LITERATÚRA

- KOLLÁROVÁ, M., HÁJKOVÁ, V., STONAWSKÁ P. 2007. Údržba trvalých trávnych porastů jako prvků územního systému ekologické stability krajiny. In *Ekológia trávneho porastu VII – medzinárodná vedecká konferencia: zborník príspevkov z Medzinárodnej vedeckej konferencie pri príležitosti 45. výročia vzniku Výskumného ústavu trávnych porastov a horského poľnohospodárstva a životného jubilea prof. Ing. Vladimíra Krajčoviča*, Banská Bystrica, 2007. ISBN 978-80-88872-69-6, s. 411-416.
- POLLÁK, Š., JAVORKA, J. 2010. Využitie prebytočnej biomasy formou kompostovania s návrhom na modelové technologické riešenie [Záverečná správa za subetapu]. Banská Bystrica: CVRV - VÚTPHP, 2010. 25 s. + 6 tab., 2 graf. - Lit. 15.
- REGAL, V., KRAJČOVIČ, V. 1963. *Pícninářství*. Praha : SZN, 1963. 466 s.
- SINGER, J.W., MALONE, R.W., TOMER, M.D., MEADE, T.G., WELCH, J. 2006. Compost effect on water retention and native plant establishment on a construction embankment. In *Journal of Soil and Water*

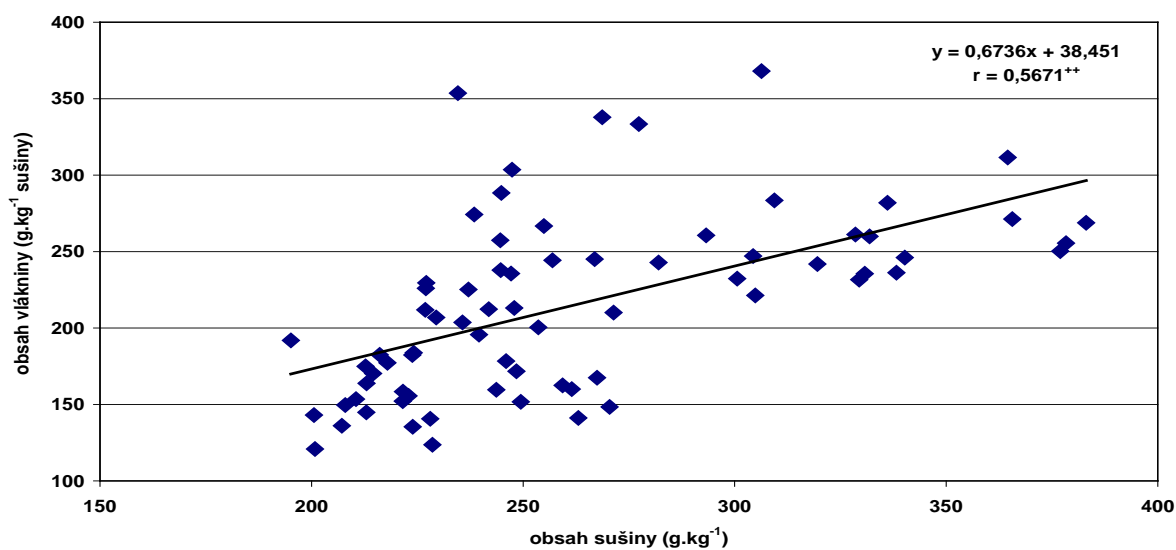
Conservation. 2006, Vol. 61, no. 5. pp. 268-273.

Pod'akovanie: Tento príspevok bol spracovaný vďaka podpore Operačného programu Výskum a vývoj v rámci EÚ, ITMS 26220220042 „Manuál pratotechniky pre raticovú zver a priaznivý stav životných podmienok Tetra hŕňneho vo vysokohorských oblastiach, spolufinancovaného zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

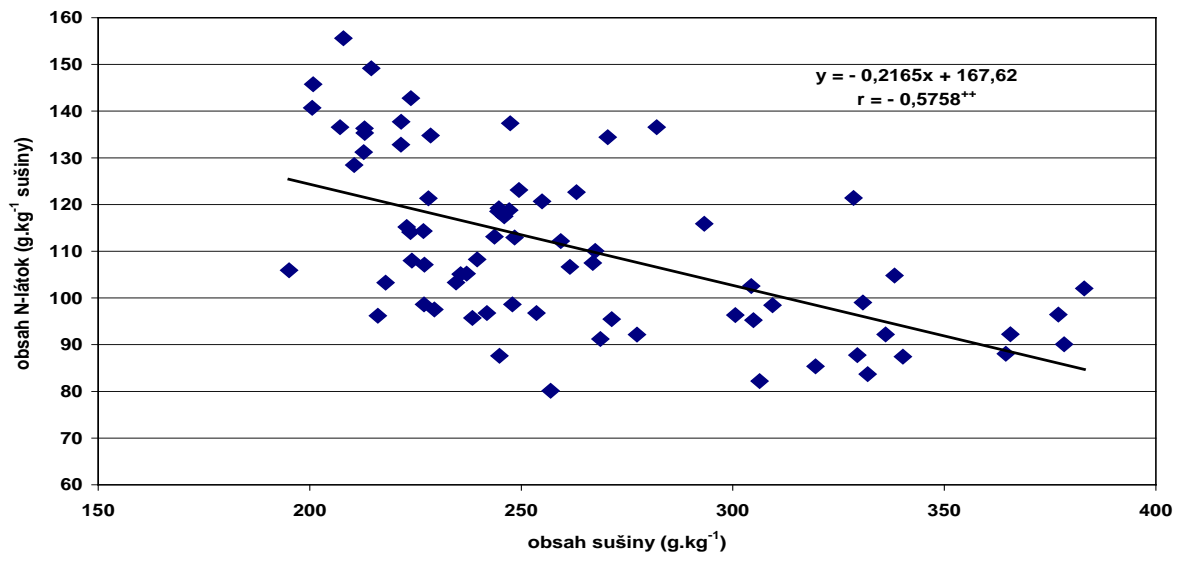
Tabuľka 1: Priemerný obsah živín a výživná hodnota fytomasy pri jednotlivých variantoch

Priemerné hodnoty		Sušina	N - látky	Tuk	Popol	Vláknina	PDIN	PDIE	NEL	NEV	ME
		g.kg ⁻¹ sušiny							MJ.kg ⁻¹ sušiny		
rok	1	233,37	118,53	35,58	90,19	171,61	73,88	74,56	5,334	5,129	9,109
	2	252,72	110,08	34,40	84,61	222,54	68,61	73,43	5,364	5,154	9,165
	3	301,46	103,80	35,11	84,39	251,73	64,70	72,21	5,362	5,147	9,167
kosba	1	264,19	100,03	27,42	72,15	214,65	62,35	72,97	5,454	5,268	9,290
	2	247,56	124,16	39,47	89,35	188,84	77,39	75,30	5,329	5,106	9,118
	3	275,80	108,22	38,21	97,70	242,39	67,46	71,93	5,278	5,055	9,034
variant	1	260,85	111,97	35,93	87,48	209,28	69,79	73,47	5,346	5,135	9,136
	2	266,09	112,69	34,59	86,23	216,07	70,24	73,81	5,354	5,144	9,149
	3	255,37	107,20	35,08	85,24	218,56	66,82	73,80	5,361	5,152	9,159
	4	267,72	111,35	34,53	86,64	217,27	69,40	73,53	5,352	5,142	9,145
Hd (rok,kosba) 0,05		25,224	10,038	4,020	5,549	30,854	6,257	1,636	0,036	0,042	0,056
Hd (rok,kosba) 0,01		31,816	12,662	5,070	6,999	38,917	7,892	2,063	0,046	0,053	0,070
Hd (variant) 0,05		32,021	12,743	5,103	7,044	39,167	7,943	2,076	0,046	0,054	0,071
Hd (variant) 0,01		39,392	15,677	6,277	8,666	48,184	9,772	2,554	0,057	0,066	0,087

Graf 1 Závislosť medzi obsahom vlákniny a obsahom sušiny vo fytomase TP



Graf 2 Závislosť medzi obsahom N-látok a obsahom sušiny vo fytomase TP



VARIABILITA PRODUKČIE SÓJE FAZUĽOVEJ V ZÁVISLOSTI OD POVETERNOSTNÝCH PODMIENOK A OBRÁBANIA PÔDY

The variability of soybean production in dependence on weather conditions and soil cultivation

DANICA ŠARIKOVÁ – ANDREJ HNÁT

Centrum výskumu rastlinnej výroby – Výskumný ústav agroekológie Michalovce

Between years 2010 and 2012 effect of weather conditions and soil cultivation on yield of grain of soybean and total above-ground phytomass production of variety Cardiff were observed. Three soil tillage methods (conventional tillage, reduce tillage, no-tillage) were examined. Experimental year and tillage methods had statistically significant effect on yield of soybean grains and yield of soybean above-ground phytomass. In dependence on soil cultivation the yield of soybean grains reached large range and that was from 3.27 t ha⁻¹ to 5.05 t ha⁻¹. The yield of total above-ground phytomass of soybean achieved 7.62 till 11.40 t ha⁻¹. From point of view of soil cultivation the highest differences of soybean yields were determined between conventional tillage and no-tillage and that was 0.593 t ha⁻¹. The highest variability of weather conditions effect was determined for no-tillage and it was till 143 %. Effect of soil cultivation on soybean yield variability was the highest in year 2012 (till 142 %). Similar tendency was determined also for above-ground soybean phytomass when the highest variability was ascertained for no-tillage (131 %) and for year 2012 (141 %).

Key words: soybean, soil cultivation, experimental year, grain yield, yield of above-ground phytomass, variability of products

ÚVOD

Sója fazuľová [*Glycine max* (L.) Merril.] je dôležitá plodina rozšírená po celom svete, pretože môže byť pestovaná pri širokom spektre pôdno-klimatických podmienok. V celosvetovom meradle zaberá sója najväčšie plochy zo všetkých pestovaných strukovín a zaraďuje sa k tzv. strategickým plodinám. Svojím botanickým zatriedením síce patrí k strukovinám, ale z hľadiska hospodárskeho využitia je zaraďovaná k olejninám, v rámci ktorých je i štatisticky vykazovaná. Jej nevýhodou je skutočnosť, že ako plodina náročná na vlahu zaznamenáva v ročníkoch s nevyrovnanými zrážkami a nedostatkom vlhky významný pokles úrodu semena a úrodová nestabilita odrádza aj mnohých pestovateľov. Aj napriek tejto nevýhode, je to bezpochyby plodina, ktorá má v oševnom postupe dôležitú úlohu už tým, že je vynikajúcou predplodinou, zanecháva v pôde veľa minerálneho dusíka, a čo je dôležité, zlepšuje pôdnu štruktúru, a preto sa môže zaraďovať po obilninách ako zlepšujúca plodina a zároveň prerušovač obilných sledov.

Kvalitné základné obrábanie pôdy je opatrením, ktoré môže v podstatnej miere eliminovať negatívny vplyv nedostatku ako i nadbytku vodných zrážok a znížiť tým variabilitu úrody sóje (Javor et al., 2001). Zanedbané a zle urobené základné obrábanie pôdy sťažuje predsejbové obrábanie a zvyšuje riziko pestovania. V USA a Kanade sa pri pestovaní sóje rozšírili postupy základného obrábania pôdy označované ako pôdoochranné technológie (Yusuf et al., 1999). V súčasnosti existuje viacero druhov týchto technológií, ktoré sú založené na ochrannom efekte nastielky povrchu pôdy z pozberových zvyškov, ktoré slúžia ako mulčovací materiál. K pôdoochranným technológiám sa zaraďujú tie, ktoré majú na povrchu pôdy minimálne 30 % pozberových zvyškov po sejbe. Výhodou takejto nastielky povrchu pôdy z pozberových zvyškov je zníženie teploty pôdy a obmedzenie neproduktívneho pôdneho výparu a následné zlepšenie zásobenosti rastlín vodou, ďalej chráni pôdu pred eróziou, a tiež umožňuje lepšiu infiltráciu vody z povrchu pôdy. K nevýhodám spomenutých technológií bezpochyby patrí intenzívnejší prístup k regulácii zaburinenosti (Pepper, 1994).

Cieľom príspevku bolo zhodnotiť variabilitu produkcie sóje fazuľovej (úrodu semena a úrodu celkovej nadzemnej fytomasy) v závislosti od poveternostných podmienok roku a rozdielnych spôsobov obrábania pôdy v podmienkach ťažkej glejovej pôdy v agroekologicky špecifickej oblasti Východoslovenskej nížiny.

MATERIÁL A METÓDA

Hodnotený poľný pokus so sójou fazuľou, odroda Cardiff, bol založený v dlhodobej stacionárnej sústave striedania plodín CVRV – Výskumného ústavu agroekológie Michalovce na experimentálnom pracovisku v Milhostove na fluvizemi glejovej (FM_G) v oblasti Východoslovenskej nížiny (VSN). FM_G patria medzi pôdy ťažké, ílovito-hlinité s obsahom zrn I. kategórie vyšším ako 50 %. Vznikli v dôsledku dlhodobého pôsobenia podzemnej a povrchovej vody, najmä na ťažkých aluviálnych sedimentoch. Ornica je hrudkovitej štruktúry s vysokou pútačou schopnosťou, ťažko priepustná v celom profile. V hĺbke 0,7 - 0,8 m sa nachádza tmavosivý až žltosivý íl. Ich agronomické vlastnosti sú významne ovplyvňované obsahom ílovitých častíc. Nadmorská výška pokusného stanovišťa je 101 m a patrí do teplého a veľmi suchého nížinného kontinentálneho klimatického regiónu.

Sója fazuľová sa pestovala v štvorhonovom oševnom postupe (kukurica siata na zrno, jačmeň siaty jarný, sója fazuľová, pšenica letná f. ozimná). Faktorom pokusu bolo obrábanie pôdy - (tri úrovne: a₁ - konvenčné

obrábanie, a_2 - redukované obrábanie pôdy - radličkový kyprič 1x, a_3 - priama sejba do neobrobenej pôdy). Hnojenie bolo urobené na základe obsahu živín v pôde a podľa potreby pre predpokladanú úrodu, t. j. v dávke $30 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ N, $13,1 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ P, $24,9 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ K. Sejba sóje sa realizovala bezorbou sejačkou Great Plains pri všetkých spôsoboch obrábania pôdy a to v termíne 27.4.2010, 26.4.2011, 2.5.2012. Po sejbe bola použitá preemergentná a postemergentná herbicídna ochrana proti burinám. Dosiahnuté výsledky sa spracovali analýzou rozptylu, LSD-testom v programovom systéme Statgraphics, verzia 5.0.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Významným faktorom, ktorý ovplyvňuje nielen rast a vývoj, ale v konečnom dôsledku aj úrodu semena i celkovej fytomasy sóje a podieľa sa na vysokej variabilite sú poveternostné podmienky. Priemerné teploty vzduchu ($^{\circ}\text{C}$), mesačné sumy zrážok (mm) a hodnotenie normality vegetačného obdobia v Milhostove sú uvedené v tabuľke 1.

Tabuľka 1: Priemerné teploty vzduchu, mesačné sumy zrážok a hodnotenie normality vegetačného obdobia (Milhostov)

Mesiac/rok	DN (1961 – 1990)		2010		2011		2012	
	Priemerná teplota vzduchu, $^{\circ}\text{C}$	Úhrn zrážok, mm	Priemerná teplota vzduchu, $^{\circ}\text{C}$	Úhrn zrážok, mm	Priemerná teplota vzduchu, $^{\circ}\text{C}$	Úhrn zrážok, mm	Priemerná teplota vzduchu, $^{\circ}\text{C}$	Úhrn zrážok, mm
Apríl	10,0	41	10,7 N	74 VV	11,9 T	14 VS	11,1 N	33 N
Máj	15,0	57	15,5 N	219 MV	15,7 N	46 N	16,2 N	32 S
Jún	17,9	70	19,1 N	92 V	19,3 T	112 V	20,3 VT	60 N
Júl	19,4	74	22,0 MT	140 VV	19,6 N	166 VV	22,7 MT	119 V
August	18,7	62	20,9 VT	113 VV	21,0 VT	11 MS	21,3 MT	10 MS
September	14,8	44	13,7 CH	77 V	17,9 VT	41 N	16,9 VT	53 N
\bar{x} , Σ IV.–IX.	16,0	348	17,0 N	715 MV	17,6 VT	390 N	18,1 VT	307 N
Hodnotenie vegetačného obdobia			teplotne normálne, z hľadiska úhrnu zrážok mimoriadne vlhké		teplotne veľmi teplé z hľadiska úhrnu zrážok normálne		teplotne veľmi teplé, z hľadiska úhrnu zrážok na hranici suchého až normálneho	

DN – dlhodobý normál priemernej teploty a úhrnu zrážok (1961 – 1990), VCH – veľmi chladný, CH – chladný, N – normálny, T – teplý, VT – veľmi teplý, MT – mimoriadne teplý; MS – mimoriadne suchý, VS – veľmi suchý, S – suchý, N – normálny, V – vlhký, VV – veľmi vlhký, MV – mimoriadne vlhký

Priemerná dlhodobá teplota vzduchu vo vegetačnom období je $16,0^{\circ}\text{C}$. V rokoch 2010 – 2012 dosahovala $17,0$ až $18,1^{\circ}\text{C}$ a dlhodobú priemernú teplotu prevyšovala o $1,0$ až $2,1^{\circ}\text{C}$. Podľa zistenej odchýlky bolo vegetačné obdobie v roku 2010 normálne, ale v rokoch 2011 a 2012 bolo veľmi teplé. Dlhodobý úhrn zrážok za vegetačné obdobie v Milhostove predstavuje 348 mm zrážok. V sledovaných rokoch vo vegetačnom období spadlo 307 až 715 mm zrážok, čo je $88,2$ až $205,5 \%$ dlhodobého normálu. Z pohľadu zrážkových úhrnov mimoriadnym bol rok 2010, ktorý je charakterizovaný ako mimoriadne vlhký v celom vegetačnom období. V máji roku 2010 spadlo až 219 mm zrážok, čo bolo $384,2 \%$ DN a tak bol máj mimoriadne vlhký. Vegetačné obdobia rokov 2011 a 2012 boli zrážkovo normálne, aj keď v roku 2011 aj 2012 bol mimoriadne suchý august, kedy spadlo len $10 - 11 \text{ mm}$ zrážok. Rok 2012 bol teplotne veľmi teplý, z hľadiska úhrnu zrážok na hranici suchého až normálneho, s najnižším množstvom zrážok 307 mm , t. j. $88,2 \%$ DN.

V pokusných rokoch 2010 – 2012 sa úroda semena sóje v závislosti od obrábania pôdy pohybovala v širokom rozmedzí od $3,27 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ do $5,05 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. Najvyššia priemerná úroda semena sa dosiahla v roku 2011 – $4,85 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ a najnižšia v roku 2012 – $4,07 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. Úroda celkovej nadzemnej fytomasy (slama + semeno) sa pohybovala od $7,62$ do $11,40 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ a rovnako najvyššia ako úroda semena bola v roku 2011 – $10,70 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, ale najnižšia v roku 2010 – $8,36 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. Najvyššia variabilita vplyvu poveternostných podmienok roku bola pri priamej sejbe sóje a to až 143% . Vplyv obrábania pôdy na variabilitu úrody semena bol najvyšší v roku 2012 a to 142% . Podobná tendencia sa zistila aj pri fytomase, kde najvyššia variabilita bola pri priamej sejbe 131% a v roku 2012 – 141% . Vysokú variabilitu úrody v závislosti od poveternostných podmienok roka potvrdili mnohí autori. Úroda semena bola negatívne ovplyvnená extrémnym nedostatkom zrážok v letných mesiacoch, ktoré pripadajú na fázy tvorby strukov a semien. Je možné súhlasiť s názormi Momena et al. (1979), že fáza tvorby semien je najcitlivejšia k vodnému stresu s následnou redukciami úrody (tabuľka 2).

Tabuľka 2: Variabilita úrody semena a nadzemnej fytomasy sóje vplyvom ročníka a obrábania pôdy

Obrábanie pôdy	Úroda semena sóje, t.ha ⁻¹				Variabilita vplyvu roku (%)
	2010	2011	2012	Priemer	
Konvenčné	4,38	5,05	4,28	4,57	118
Redukované	4,47	4,84	4,65	4,65	108
Priama sejba	3,99	4,67	3,27	3,98	143
Priemer	4,28	4,85	4,07	4,40	119
Variabilita vplyvu obrábania (%)	112	108	142	117	-
Nadzemná fytomasa, t.ha ⁻¹					
Konvenčné	9,06	11,40	9,76	10,07	126
Redukované	8,39	10,69	10,85	9,98	129
Priama sejba	7,62	10,01	7,69	8,44	131
Priemer	8,36	10,07	9,43	9,29	129
Variabilita vplyvu obrábania (%)	119	114	141	119	-

KA – konvenčné obrábanie pôdy; RA– redukované obrábania pôdy – 1 x kyprič; PS– priama sejba do neobrobenej pôdy

Z viacfaktorovej analýzy rozptylu (tabuľka 3) vyplýva štatisticky vysoko preukazný vplyv sledovaných faktorov na výšku úrody semena. Najvýznamnejším faktorom ovplyvňujúcim úrodu boli pokusné roky. Faktor obrábanie pôdy rovnako vysoko preukazne vplýval na úrodu. Rovnaká tendencia bola zaznamenaná aj pri sledovaní celkovej nadzemnej fytomasy. Naše výsledky sa zhodujú s výsledkami mnohých autorov o vysoko preukaznom vplyve pokusných rokov na úrodu semena sóje, ale aj iných druhov strukovín (Šariková, Hnát, 2005; Fecák, Šariková, Černý, 2009).

Mnohonásobný test porovnania úrody semena a nadzemnej fytomasy sóje (tabuľka 4) dokazuje, že z hľadiska pokusných rokov a rozdielneho obrábania pôdy sú medzi variantmi štatisticky preukazne preukazné rozdiely. Najvyššie rozdiely v úrode semena sóje boli medzi pokusným rokom 2011 a 2012 a to 0,787 t.ha⁻¹. Z hľadiska obrábania pôdy medzi konvenčným obrábaním pôdy a priamou sejbou sóje a to o 0,593 t.ha⁻¹. Podobne vysoko preukazne rozdiely boli zaznamenané aj pri nadzemnej fytomase a to medzi rokom 2010 a 2011 – 2,34 t.ha⁻¹ a konvenčným obrábaním pôdy a priamou sejbou o 1,63 t.ha⁻¹. Najmenšie rozdiely boli medzi konvenčným a redukovaným obrábaním pôdy.

Prezentované výsledky korešponujú so zisteniami autorov Yusuf et al. (1999), Šariková (2006), Šariková, Fecák, (2007), Fecák, Šariková, Černý (2009), ktorí potvrdzujú, že vhodnejšia ako priama sejba do neobrobenej pôdy z hľadiska dosiahnutej úrody je redukovaná. Tieto výsledky sú v súlade so zisteniami Rolanda (1999) a Poppa et al. (2000), ktorí vyslovili názor, že na ťažších pôdach má obrábanie pôdy oveľa väčší význam v porovnaní s ľahšími pôdami.

Tabuľka 3: Viacfaktorová analýza rozptylu úrody semena a fytomasy sóje fazuľovej

Zdroj variability	d. f.	Priemerné štvorce	F – hodnoty	Preukaznosť
úroda semena, t.ha ⁻¹				
pokusné roky	2	1,9862	33,37	++
obrábanie pôdy	2	1,6328	27,43	++
opakovanie	3	0,0128	0,22	-
residual	28	0,0595		
total	35	-		
fytomasa, t.ha ⁻¹				
pokusné roky	2	16,5089	54,38	++
obrábanie pôdy	2	10,0736	33,18	++
opakovanie	3	0,11319	0,7	-
residual	28	0,30357		
total	35	-		

Tabuľka 4: Mnohonásobný test porovnania úrody semena a celkovej nadzemnej fytomasy sóje

Ukazovateľ	Sledovaný faktor	Priemer ukazovateľov	Homogénne skupiny	Porovnanie	Rozdiel			
úroda semena, t.ha ⁻¹	pokusné roky (Hd _{0,05} = 0,204026)	2012	4,07	x		2010-2011	-0,573*	
		2010	4,28		x		2010-2012	0,213*
		2011	4,85			x	2011-2012	0,787*
	obrábanie pôdy (Hd _{0,05} = 0,204026)	PS	3,98	x			KA-RA	-0,083
		KA	4,57		x		KA-PS	0,593*
		RA	4,65		x		RA-PS	0,204*
nadzemná fytomasa, t.ha ⁻¹	pokusné roky (Hd _{0,05} = 0,46076)	2010	8,36	x		2010-2011	-2,34*	
		2012	9,43		x		2010-2012	-1,08*
		2011	10,70			x	2011-2012	1,27*
	obrábanie pôdy (Hd _{0,05} = 0,46076)	PS	8,44	x			KA-RA	0,09
		RA	9,98		x		KA-PS	1,63*
		KA	10,07		x		RA-PS	1,53*

Hd_{0,05} - hraničná diferencia pri hladine $\alpha = 0,05$; KA – konvenčné obrábanie pôdy; RA– redukované obrábania pôdy – 1 x kyprič; PS– priama sejba do neobrobenej pôdy

ZÁVERY

Na základe výsledkov so sójou, odroda Cardiff v rokoch 2010 – 2012 pri variantoch obrábania pôdy v podmienkach ťažkých glejových pôd vyplývajú tieto závery:

- o Úroda semena sóje a rovnako aj úroda nadzemnej fytomasy sóje bola štatisticky vysoko preukazne ovplyvnená pokusným rokom a spôsobom obrábania pôdy.
- o V rokoch 2010 – 2012 sa úroda semena sóje v závislosti od obrábania pôdy pohybovala v širokom rozmedzí od 3,27 t.ha⁻¹ do 5,05 t.ha⁻¹. Najvyššia priemerná úroda semena sa dosiahla v roku 2011 – 4,85 t.ha⁻¹ a najnižšia v roku 2012 – 4,07 t.ha⁻¹. Úroda celkovej nadzemnej fytomasy sa pohybovala od 7,62 do 11,40 t.ha⁻¹ a rovnako najvyššia bola v roku 2011 – 10,70 t.ha⁻¹, ale najnižšia v roku 2010 – 8,36 t.ha⁻¹.
- o Najvyššie rozdiely v úrode semena sóje a nadzemnej fytomasy boli z hľadiska obrábania pôdy medzi konvenčným obrábaním pôdy a priamou sejbou sóje a to o 0,593 t.ha⁻¹, resp. o 1,63 t.ha⁻¹. Najmenšie rozdiely boli medzi konvenčným a redukovaným obrábaním pôdy.
- o Najvyššia variabilita vplyvu poveternostných podmienok roku bola pri priamej sejbe sóje a to až 143 %. Vplyv obrábania pôdy na variabilitu úrody semena bol najvyšší v roku 2012 a to 142 %. Podobná tendencia sa zistila aj pri nadzemnej fytomase, kde najvyššia variabilita bola pri priamej sejbe 131 % a v roku 2012 (141 %).

LITERATÚRA

- JAVOR, L. – SUROVČÍK, J. et al.: Technológia pestovania strukovín. Piešťany: VÚRV, 2001.
- FECÁK, P. – ŠARIKOVÁ, D. – ČERNÝ, I.: Formovanie úrody sóje fazuľovej v závislosti od klasického a redukovaného systému obrábania pôdy. In: Acta fytotechnica et zootechnica, roč. 12, 2009, č.1, s.24 – 28.
- MOMEN, N. N. – CARLSON, R. E., – SHAW, R. H. – ARJINAND, O.: Moisture stress effects on yield components of two soybean cultivars. Agron. J. 1979, 71, s. 86 – 90.
- POPP, M. P. – OLIVER, L. R. – DILLON, C. R. – KEISLING, T. C. – MANNING, P. M.: Evaluation of seedbed preparation, planting method, and herbicide alternatives for dryland soybean production. Agron. J., 2000, 92, s. 1149 – 1155.
- PEPPER, G. E.: Soybean production. In: Arntzen, C. J., Ritter, E. M. (eds.), *Encyclopedia of agricultural science*. 4. diel. San Diego: Academic Press, 1994, s. 193 – 202.
- ROLAND, C. E.: Crop sequence and tillage system effects on soybean performance and soil physical properties. M. Sc. thesis. University of Guelph, Guelph, ON, 1999, Canada.
- ŠARIKOVÁ, D. – HNÁT, A.: Yield of pea cultivated under the conventional agrotechnics sowing into no-tilled soil. In *Agriculture*, vol. 51, 2005, no. 5, pp. 267–273.
- ŠARIKOVÁ, D.: Vplyv obrábania pôdy na zaburinenosť strukovín a zníženie úrody. The influence of soil cultivation on the weed infestation rate of legumes and the decrease of yield. In: Zborník vedeckých prác 22. Michalovce: SCPV – ÚA, 2006, s. 25 - 34. ISBN 80-88872-60-X
- ŠARIKOVÁ, D. – FECÁK, P.: Vplyv hnojenia a obrábania pôdy na úrodu a kvalitu sóje fazuľovej. Effect of different tillage and fertilization on soybean yield and seed quality. In: Zborník vedeckých prác 23. Michalovce: SCPV – ÚA, 2007, s. 161-169. ISBN 978-80-88872-70-2

YUSUF,R.I. – SIEMENS,J.C. – BULLCK,D.G.: Growth Analysisof Soybean under No-Tillage and Conventional Tillage Systems. In: Agronomy Journal, 91, 1999, č.6, s. 928-933.

Adresy autorov: Ing. Danica Šariková, CSc., Ing. Andrej Hnát; CVRV – Výskumný ústav agroekológie Michalovce, 071 01 Michalovce, Špitálska 1273, E-mail: sarikova@minet.sk, hnata@minet.sk

ZMENY KVANTITY A KVALITY ORGANICKEJ HMOTY VPLYVOM ROZDIELNEHO OBRÁBANIA PÔDY

Changes in the quantity and quality of organic matter influence of different tillage

BOŽENA ŠOLTYSOVÁ

Centrum výskumu rastlinnej výroby – Výskumný ústav rastlinnej výroby Piešťany

During the years 2005 – 2009 it was observed effect of soil tillage technologies on changes of soil organic carbon and humic substances contents in the soil (gleyic Fluvisol). The experiment was realized at three soil tillage technologies: conventional tillage, reduced tillage and no-tillage. Soil samples were collected from three depths (0–0.15 m; 0.15–0.30 m; 0.30–0.45 m). Data were processed by mathematical and statistical methods. On the basis of the obtained results it can be stated that the influence of depth, tillage technology and years on content of soil organic carbon and humous substances were statistically significant.

Key words: soil tillage system, soil depth, gleyic Fluvisol, soil organic carbon, humous substances

ÚVOD

Z hľadiska zachovania pôdnej úrodnosti je dôležité udržať vyrovnanú bilanciu pôdnej organickej hmoty, teda dosiahnuť aby straty pôdnej organickej hmoty, ku ktorým dochádza v procesoch rozkladu a humifikácie organických látok v pôde boli plne nahradzované vstupmi čerstvej organickej hmoty do pôdy (Kucharovic, Kováč, 2003). Len pôdy dobre zásobené organickou hmotou majú lepšiu schopnosť vyrovnávať výkyvy počasia, alebo iné nepriaznivé faktory (Hůla a kol., 2010).

Súčasný vstup organických látok do našich pôd sú nízke a preto existuje značná rezerva v technológiách prípravy pôdy, ich minimalizácii a tým aj v znížení rýchlosti rozkladu pôdnej organickej hmoty (Zaujec, 2003), ktorá sa hromadí v povrchovej vrstve a tým sa zvyšuje obsah celkového uhlíka v pôde. Zvýšenie pôdneho organického uhlíka pri priamej sejbe v porovnaní s konvenčným obrábaním zaznamenali Bono et al. (2008), López-Fando, Pardo (2009) a iní.

Súčasný vstup s mineralizáciou organickej hmoty v pôde prebieha aj humifikácia s následnou syntézou medziproduktov tohto rozkladu. Výsledným produktom humifikácie sú humusové látky, ktoré tvoria humínové kyseliny a fulvokyseliny. Množstvo pôdneho organického uhlíka úzko koreluje s obsahom humusových látok (Horáček et al., 2005; Šoltysová a Danilovič, 2007). S nárastom pôdnej hĺbky dochádza k poklesu pôdneho organického uhlíka, teda aj oboch základných zložiek humusových látok, čo potvrdili aj výsledky Zaujeca et al. (2002) na ornej a lesnej pôde.

V humuse dobrej kvality dominujú humínové kyseliny. Najkvalitnejšie sú vo väzbe s dvojmocnými kationmi. Ak naopak sú dominujúcimi fulvokyseliny, ktoré migrujú v pôdnom profile a prispievajú k zvyšovaniu pôdnej kyslosti, možno hodnotiť humus ako menej kvalitný. Podľa Sotákovej (1982) sa obrábané pôdy vyznačujú vyššou kvalitou organickej hmoty. Zistenie, že konvenčný spôsob obrábania pôdy je priaznivejší vo vzťahu k formovaniu kvalitnejších humínových kyselín potvrdili aj Šoltysová a Kotorová (2002). Šimanský et al. (2007) však zaznamenali priaznivejší pomer medzi humínovými kyselinami a fulvokyselinami pri bezorbovom spôsobe obrábania v porovnaní s konvenčným spôsobom.

MATERIÁL A METÓDA

Výskum zmien obsahu pôdneho organického uhlíka a humusových látok na ílovito-hlinitej fluvizemi glejovej vplyvom rozdielneho obrábania sa realizoval v poľnom stacionárnom pokuse v rokoch 2005 – 2009. Experimentálne pracovisko CVRV – Výskumného ústavu agroekológie Míchalovce sa nachádza v Milhostove v centrálnej časti Východoslovenskej nížiny (VSN) v nadmorskej výške 101 m, v kukuričnej výrobnínej oblasti. Pokusná lokalita patrí do teplého a veľmi suchého nížinného kontinentálneho klimatického regiónu T 03 (Linkeš et al., 1996).

Pokus bol založený pri troch spôsoboch obrábania pôdy:

KA – konvenčná agrotechnika pôdy (bežný spôsob obrábania pôdy), v závislosti od pestovanej plodiny sa urobila podmietačka, stredná prípadne hlboká orba, v jarnom období predsejbové spracovanie pôdy radličkovým náradím a následne sejba (pre sejbu kukurice bola použitá sejačka Kinze 2000 a pre sejbu pšenice, jačmeňa a sóje sejačka Great Plains),

RA – redukovaná agrotechnika – pri spracovaní pôdy v jeseni bol použitý radličkový podmietač a v jarnom období predsejbové spracovanie pôdy radličkovým náradím, pre sejbu kukurice bola použitá sejačka Kinze 2000 a pre sejbu pšenice, jačmeňa a sóje sejačka Great Plains,

PS – priama sejba do neobrobenej pôdy (pre sejbu kukurice bola použitá sejačka Kinze 2000 a pre sejbu pšenice, jačmeňa a sóje sejačka Great Plains).

Vzorky pôdy z troch hĺbok 0–0,15 m, 0,15–0,30 m a 0,30–0,45 m boli každoročne odoberané v jeseni po zbere plodiny. V porušených vzorkách pôdy bol Ľurinovou metódou (Hraško et al., 1962) stanovený obsah pôdneho organického uhlíka, podľa Kononovovej a Belčikovej (Hrivňáková, Makovníková et al., 2011) obsah humínových kyselín a fulvokyselín a výpočtom pomer uhlíka humínových kyselín k uhlíku fulvokyselín.

Získané výsledky boli spracované matematicko-štatistickými metódami (analýza variancie, LSD-test, korelácie). Testovanie sa vykonávalo programom ANOVA.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Profilové rozvrstvenie pôdneho organického uhlíka pri troch rozdielnych agrotechnikách je uvedené v tabuľke 1. Pri obsahu organického uhlíka sa prejavuje vertikálna variabilita. V dôsledku vyšších vstupov organickej hmoty v povrchovej vrstve pôdy sa množstvo pôdneho organického uhlíka znižuje s nárastom pôdnej hĺbky. Pokles pôdneho organického uhlíka s pôdnou hĺbkou zaznamenali aj Šabatková et al. (2006), Basch et al. (2008), Dong et al. (2009), Hůla a kol. (2010) a iní. Diferencia priemerného obsahu pôdneho organického uhlíka medzi hĺbkou 0,00 – 0,15 m a 0,30 – 0,45 m bola $1,88 \text{ g.kg}^{-1}$ pri konvenčnej agrotechnike, $2,19 \text{ g.kg}^{-1}$ pri redukovanej agrotechnike a $2,06 \text{ g.kg}^{-1}$ pri priamej sejbe do neobrobenej pôdy (tabuľka 1).

Spôsob obrábania pôdy ovplyvňuje rýchlosť rozkladu pôdnej organickej hmoty. V časovom období piatich rokov bol obsah pôdnej organickej hmoty v hĺbke 0,00 – 0,45 m vyšší pri pôdoochranných technológiách (PS – $15,74 \text{ g.kg}^{-1}$, RA – $15,87 \text{ g.kg}^{-1}$) v porovnaní s konvenčným obrábaním pôdy ($15,50 \text{ g.kg}^{-1}$). Vyššie množstvo pôdnej organickej hmoty pri priamej sejbe oproti konvenčnej agrotechnike zaznamenali aj Roldán et al. (2007), Yaduvanshi, Sharma (2008), Hůla a kol. (2010) a iní.

V tabuľke 1 je uvedený časový priebeh zmien pôdneho organického uhlíka pri troch rozdielnych agrotechnikách. V jednotlivých rokoch sa pri konvenčnom obrábaní pôdy obsah pôdneho organického uhlíka v hĺbke 0,00 – 0,45 m vyskytoval v rozpätí $14,87 – 16,12 \text{ g.kg}^{-1}$, pri redukovanom obrábaní $15,07 – 16,48 \text{ g.kg}^{-1}$ a pri priamej sejbe $14,99 – 16,23 \text{ g.kg}^{-1}$. Po prepočte organického uhlíka na humus sa zistilo, že monitorované fluvizeme glejové sú stredne humózne (Fecenko, Ložek, 2000).

Časový priebeh zmien pôdneho organického uhlíka pri hodnotených spôsoboch agrotechniky bol podobný. Medzi východiskovým rokom 2005 a konečným rokom 2009 sme pri všetkých troch spôsoboch prípravy pôdy zaznamenali štatisticky preukazný pokles pôdneho organického uhlíka (tabuľka 2). Ročníkovú variabilitu obsahu pôdneho organického uhlíka potvrdili aj Pospíšilová, Máchalová (2006) a Berner et al. (2008).

Kvalita pôdnej organickej hmoty sa posudzuje obsahom humusových látok (C_{HL}), teda humínových kyselín (C_{HK}) a fulvokyselín (C_{FK}) a ich vzájomným pomerom. Obsahy humusových látok v pôde boli sledované v hĺbkach 0,00 – 0,15 m a 0,15 – 0,30 m. V ornici fluvizeme glejovej (tabuľka 3) bol pri konvenčnej agrotechnike obsah humusových látok v rozmedzí $4,75 – 5,04 \text{ g.kg}^{-1}$, pri redukovanej agrotechnike $4,88 – 5,11 \text{ g.kg}^{-1}$ a pri priamej sejbe $4,86 – 5,13 \text{ g.kg}^{-1}$. Zmeny obsahov humusových látok v ročníku zaznamenali aj Pospíšilová a Máchalová (2006).

Ročníkový vývoj obsahov humusových látok mal pri monitorovaných agrotechnikách podobný priebeh. V roku 2009 bol zaznamenaný preukazný pokles humusových látok v porovnaní s rokom 2005. Najvyšší pokles obsahu humusových látok bol zaznamenaný (tabuľka 3) pri konvenčnom obrábaní ($-0,25 \text{ g.kg}^{-1}$), nižší pri redukovanom obrábaní ($-0,22 \text{ g.kg}^{-1}$) a najnižší pri priamej sejbe ($-0,16 \text{ g.kg}^{-1}$). Uvedený pokles súvisí s preukazným poklesom obidvoch zložiek, teda humínových kyselín a aj fulvokyselín.

Humínové kyseliny sú dominujúce v humuse dobrej kvality. Fulvokyseliny sa ľahko rozkladajú, ale aj pomerne rýchlo obnovujú v nepretržitom procese mineralizácie a humifikácie (Sotáková, 1982). Pokiaľ sú fulvokyseliny dominujúcou zložkou humusových látok, vytvára sa humus nižšej kvality. Časový priebeh uhlíka humínových kyselín a fulvokyselín pri hodnotených spôsoboch obrábania vykazoval podobný priebeh (tabuľka 3), a teda v porovnaní s rokom 2005 bol v roku 2009 pri sledovaných agrotechnikách zaznamenaný preukazný pokles obsahov uhlíka humínových kyselín a uhlíka fulvokyselín.

Obsah uhlíka humusových látok v ornici bol štatisticky významne závislý od spôsobu obrábania pôdy. Pri konvenčnej agrotechnike bol priemerný obsah uhlíka humusových látok $4,90 \text{ g.kg}^{-1}$, pri redukovanej agrotechnike $5,01 \text{ g.kg}^{-1}$ a pri priamej sejbe $4,99 \text{ g.kg}^{-1}$ (tabuľka 2). Preukazne vyššie obsahy humusových látok boli zistené pri použití pôdoochranného obrábania pôdy. Vyšší obsah humusových látok pri redukovanom spracovaní pôdy v porovnaní s konvenčným zistili aj Šabatková et al. (2006).

Aj pri obsahu humusových látok sa prejavuje vertikálna variabilita. Vyšší obsah humusových látok vo vrchnej vrstve pôdy je dôsledkom vyšších vstupov organickej hmoty. Priemerný rozdiel obsahu humusových látok medzi hĺbkou 0,00 – 0,15 m a 0,15 – 0,30 m bol $0,46 \text{ g.kg}^{-1}$ pri konvenčnej agrotechnike, $0,51 \text{ g.kg}^{-1}$ pri redukovanej agrotechnike a $0,53 \text{ g.kg}^{-1}$ pri priamej sejbe. S nárastom pôdnej hĺbky sa preukazne znížil obsah obidvoch zložiek humusových látok, teda humínových kyselín a fulvokyselín.

Úzke korelácie medzi obsahom organického uhlíka a humusových látok zistili Horáček et al. (2005). Podobne aj naše výsledky potvrdili veľkú kladnú závislosť medzi obsahom organického uhlíka a humusových

látok ($r = 0,71$). Na tejto kladnej závislosti sa podieľali humínové kyseliny ($r = 0,35$) a predovšetkým fulvokyseliny ($r = 0,73$). Závislosť humusových látok od obsahu pôdneho organického uhlíka bola najvyššia pri konvenčnom obrábaní (veľmi veľká závislosť, $r = 0,93$), nižšia pri priamej sejbe (veľká závislosť, $r = 0,73$) a najnižšia pri redukovanej agrotechnike (mierna závislosť, $r = 0,35$).

Dôležitým ukazovateľom kvality pôdnej organickej hmoty je pomer medzi humínovými kyselinami a fulvokyselinami. Priemerné hodnoty pomeru medzi humínovými kyselinami a fulvokyselinami v hodnotených pôdnych hĺbkach, agrotechnikách a rokoch sú uvedené v tabuľke 4. Hodnoty pomeru mali v sledovaných pôdnych hĺbkach porovnateľné hodnoty. Súčasne ani medzi monitorovanými spôsobmi obrábania neboli zistené štatisticky preukazné rozdiely (tabuľka 2). Zistený pomer medzi humínovými kyselinami a fulvokyselinami pri konvenčnej a redukovanej agrotechnike bol 0,97 a pri priamej sejbe 0,95.

Hodnoty pomeru medzi humínovými kyselinami a fulvokyselinami boli preukazne ovplyvnené ročníkom (tabuľka 2). Na konci sledovaného obdobia došlo k miernemu zvýšeniu tohto pomeru v porovnaní s východiskovým rokom 2005, čo súviselo s výraznejším poklesom fulvokyselín v porovnaní s humínovými kyselinami. Vyšší nárast pomeru medzi rokmi 2005 a 2009 bol zistený pri konvenčnom obrábaní v porovnaní s pôdoochranným obrábaním pôdy (redukováná agrotechnika, priama sejba). Ročníkové zmeny pomeru medzi humínovými kyselinami a fulvokyselinami zistila aj Barančíková (2004).

Podiel zhumifikovaných látok na celkovom obsahu organického uhlíka v pôde vyjadruje stupeň humifikácie organickej hmoty. V priebehu piatich rokov bol v ornici fluvizeme glejovej stupeň humifikácie organickej hmoty v rozmedzí 14,4 – 16,1 % (tabuľka 4). Podľa Sotákovej (1982) je to slabý stupeň humifikácie organickej hmoty. Stupeň humifikácie organickej hmoty pri posudzovaných spôsoboch obrábania pôdy vykazoval rovnaký priebeh. Pôdna hĺbka ovplyvnila hodnoty stupňa humifikácie, ktorý v hĺbke 0,00 – 0,15 m mal priemernú hodnotu 15,2 % a v hĺbke 0,15 – 0,30 m 14,7 % (tabuľka 4).

ZÁVERY

Využívanie pôdoochranných technológií v produkčnom procese je jednou z možností efektívneho hospodárenia na pôde, zvýšenia ochrany pôdy a zachovania jej kvality. Použité technológie obrábania pôdy spolu s poveternostnými podmienkami experimentálneho roka štatisticky významne vplývali na kvantitatívne a kvalitatívne parametre pôdnej organickej hmoty. V časovom období piatich rokov boli preukazne vyššie obsahy pôdneho organického uhlíka a humusových látok zistené pri pôdoochranných technológiách v porovnaní s konvenčným obrábaním pôdy.

Množstvo pôdneho organického uhlíka a humusových látok výrazne ovplyvňuje štruktúra osevného postupu. Medzi východiskovým rokom 2005 a konečným rokom 2009 bol pri všetkých troch spôsoboch agrotechniky zaznamenaný štatisticky preukazný pokles pôdneho organického uhlíka, uhlíka humusových látok, uhlíka humínových kyselín a uhlíka fulvokyselín.

Pri obsahu pôdneho organického uhlíka, obidvoch zložiek humusových látok sa prejavila vertikálna variabilita. Pri všetkých troch agrotechnikách na fluvizemi glejovej bol s nárastom pôdnej hĺbky zistený pokles hodnotených chemických parametrov pôdy.

Pod'akovanie: Táto práca bola podporená MPA RV SR a APVV na základe zmluvy č. SK-CZ-0193-11.

LITERATÚRA

- BARANČIKOVÁ, G. 2004. Soil organic matter and humic acid chemical structure of calcareous and non-calcareous mollic fluvisol. In: Agriculture (Poľnohospodárstvo), vol. 50, 2004, no. 7-9, p. 124-131.
- BASCH, G. – BARROS, J.F.C. – CALADO, J.M.G. – BRANDÃO, M.L.C. 2008. The potential of no-till and residue management to sequester carbon under rainfed mediterranean conditions. In: Ecomit : 5th International Scientific Conference on Sustainable Farming Systems. Piešťany : Slovak Agricultural Research Centre – RIPP, 2008, s. 61-66. ISBN 978-80.969603-1-6
- BERNER, A. – HILDERMANN, I. – FLIESSBACH, A. – PFIFFNER, L. – NIGGLI, U. – MÄDER, P. 2008. Crop yield and soil fertility response to reduced tillage under organic management. In: Soil and Tillage Research, vol. 101, 2008, pp. 89-96.
- BONO, A. – ALVAREZ, R. – BUSCHIAZZO, D. E. – CANTET, R. J. C. 2008. Tillage Effects on Soil Carbon Balance in a Semiarid Agroecosystem. In: Soil Sci. Soc. Am. J., vol. 72, 2008, pp. 1140-1149.
- DONG, X. W. – ZHANG, X. K. – BAO, X. L. – WANG, J. K. 2009. Spatial distribution of soil nutrients after the establishment of sand-fixing shrubs on sand dune. In: Plant Soil Environ., vol. 55, 2009, n. 7, p. 288-294.
- FECENKO, J. – LOŽEK, O. 2000. Výživa a hnojenie poľných plodín. 1. vyd. Nitra : SPU Nitra, 2000. 452 s. ISBN 80-7137-777-5

- HORÁČEK, J. – LEDVINA, R. – ČECHOVÁ, V. – ŠABATKOVÁ, O. – KOPEČNÁ, J. – HŘEBEČKOVÁ, J. 2005. Změny organické hmoty při půdoochranném zpracování kambizemě. In: Štvrté pedologické dni na Slovensku : zborník referátov z vedeckej konferencie. Bratislava : VÚPOP, 2005, p. 155-160. ISBN 80-89128-18-1
- HRAŠKO, J. et al. 1962. Rozbory pôd. Bratislava : SVPL, 1962. 342 s.
- 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
- HŮLA, J. a kol. 2010. Dopad netradičních technologií zpracování půdy na půdní prostředí. Uplatněná certifikovaná metodika. Praha : Výskumný ústav zemědělské techniky, v.v.i., 2010, 58 s. ISBN 978-80-86884-53-0
- KUCHAROVIC, A. – KOVÁČ, K. 2003. Experimentálna kvantifikácia vstupov organického uhlíka do pôdy v rôznych systémoch hospodárenia. In: Udržateľné poľnohospodárstvo a rozvoj vidieka : Zborník prác z vedeckej konferencie. Nitra : SPU, 2003, s. 144-146. ISBN 80-8069-246-7
- LINKEŠ, V. – PESTŮN, V. – DŽATKO, M. 1996. Příručka pre používanie máp bonitovaných pôdno-ekologických. 3. vyd. Bratislava : VÚPÚ, 1996. 103 s. ISBN 80-85361-19-1
- LÓPEZ-FANDO, C. – PARDO, M. T. 2009. Changes in soil chemical characteristics with different tillage practice in semi-arid environment. In: Soil Tillage Res., vol. 104, 2009, n. 2, p. 278-284.
- POSPÍŠILOVÁ, L. – MÁCHALOVÁ, E. 2006. Závislosť dynamiky uhlíku v pôde na spôsobu hospodárení v průběhu dlhodobého experimentu. In: Aktuální poznatky v pěstování šlechtění a ochraně rostlin : Sborník referátů z konference s mezinárodní účastí. Brno : VÚP s.r.o., Zemědělský výzkum s.r.o. Troubsko, 2006, CD-ROM, s. 345-347. ISBN 80-86908-03-8
- ROLDÁN, A. – SALINAS-GARCÍA, J. R. – ALGUACIL, M. M. – CARAVACA, F. 2007. Soil sustainability indicators following conservation tillage practices under subtropical maize and bean crops. In: Soil Tillage Res., vol. 93, 2007, n. 2, p. 273-282.
- SOTÁKOVÁ, S. 1982. Organická hmota a úrodnosť pôdy. 1. vyd. Bratislava : Príroda, 1982. 234 s.
- ŠABATKOVÁ, O. – HORÁČEK, J. – LIEBHARD, P. – KOPEČNÁ, J. – ČECHOVÁ, V. 2006. Vliv minimalizačních technologií na kvantitativní parametry půdní organické hmoty kambizemě a černozemě. In: Šarapatka, B. – Bednář, M.: Pedogeneze a kvalitativní změny půd v podmínkách přírodních a antropicky ovlivněných území : Sborník příspěvků z 11. pedologických dnů. Kouty nad Desnou : Univerzita Palackého v Olomouci, 2006, s. 349-354. ISBN 80-244-1448-1
- ŠIMANSKÝ, V. – TOBIAŠOVÁ, E. – ZAUJEC, A. 2007. Vplyv obrábania na stabilitu pôdnej štruktúry vo vzťahu ku kvalite a kvantite pôdnej organickej hmoty. In: Agrochémia, roč. 47, 2007, č. 1, s. 27-30.
- ŠOLTYSOVÁ, B. – DANILOVIČ, M. 2007. Zmeny obsahu a kvality humusu v závislosti od rozdielneho obrábania pôdy. In: Agriculture (Poľnohospodárstvo), roč. 53, 2007, č. 3, s. 132-140.
- ŠOLTYSOVÁ, B. – KOTOROVÁ, D. 2002. Vplyv obrábania pôdy na zmeny jej fyzikálnych a chemických vlastností. In: Agriculture (Poľnohospodárstvo), roč. 48, 2002, č. 6, s. 304-312.
- YADUVANSHI, N. P. S. – SHARMA, D. R. 2008. Tillage and residual organic manures/chemical amendment effects on soil organic matter and yield of wheat under sodic water irrigation. In: Soil and Tillage Research, vol. 98, 2008, n. 1, p. 11-16.
- ZAUJEC, A. 2003. Rastlinné zvyšky a ich rozklad v pôde. In: Druhé pôdoznalecké dni v SR : Zborník referátov z vedeckej konferencie. Stará Lesná : VÚPOP, 2003, s. 81-90. ISBN 80-89128-06-8
- ZAUJEC, A. – TOBIAŠOVÁ, E. – SZOMBATHOVÁ, N. – CHLPÍK, J. 2002. Human influence on soil organic matter of ecosystems. In: Agriculture, roč. 48, 2002, č. 6, s. 319-323.

Tabuľka 1: Obsah organického uhlíka [g.kg⁻¹] fluvizeme glejovej

Parameter	Obrábanie	Hĺbka odberu [m]	Experimentálny rok					\bar{x}	Δ 2009-2005
			2005	2006	2007	2008	2009		
C _{ox} [g.kg ⁻¹]	KA	0,00-0,15	16,81	16,24	17,01	16,06	15,53	16,33	-1,28
		0,15-0,30	16,23	15,77	16,26	15,39	15,00	15,73	-1,23
		0,30-0,45	15,31	15,13	14,18	13,55	14,08	14,45	-1,23
		\bar{x}	16,12	15,71	15,82	15,00	14,87	15,50	-1,25
	RA	0,00-0,15	17,52	16,84	17,38	16,71	16,13	16,92	-1,39
		0,15-0,30	16,51	16,18	16,68	15,14	15,31	15,96	-1,20
		0,30-0,45	15,41	15,51	14,93	14,02	13,76	14,73	-1,65
		\bar{x}	16,48	16,18	16,33	15,29	15,07	15,87	-1,41
	PS	0,00-0,15	17,10	16,31	17,65	16,53	15,83	16,69	-1,27
		0,15-0,30	16,54	15,86	16,73	15,05	15,35	15,91	-1,19
		0,30-0,45	15,04	14,94	15,30	14,05	13,79	14,63	-1,25
		\bar{x}	16,23	15,70	16,56	15,21	14,99	15,74	-1,24

kde: C_{ox} – obsah pôdneho organického uhlíka, KA – konvenčná agrotechnika, RA – redukovaná agrotechnika, PS – priama sejba, Δ – rozdiel

Tabuľka 2: Štatistické vyhodnotenie kvantitatívnych a kvalitatívnych parametrov pôdnej organickej hmoty

Zdroj variability	Faktor	Sledovaný parameter					
		C _{ox.} [g.kg ⁻¹]	C _{HL} [g.kg ⁻¹]	C _{HK} [g.kg ⁻¹]	C _{FK} [g.kg ⁻¹]	C _{HK} /C _{FK}	C _{HK} /C _{ox.} .100 [%]
hlbka	0,00-0,15	16,64 c	5,22 b	2,52 b	2,70 b	0,96 a	15,2 b
	0,15-0,30	15,87 b	4,72 a	2,32 a	2,40 a	0,97 a	14,7 a
	0,30-0,45	14,60 a	-	-	-	-	-
príprava pôdy	KA	15,50 a	4,90 a	2,38 a	2,52 a	0,97 a	14,9 a
	RA	15,87 b	5,01 b	2,45 c	2,55 a	0,97 a	15,0 a
	PS	15,74 b	4,99 b	2,42 b	2,57 a	0,95 a	14,9 a
rok	2005	15,28 c	5,04 b	2,42 b	2,62 b	0,93 a	14,4 a
	2006	15,86 b	4,87 a	2,34 a	2,53 a	0,94 a	14,5 a
	2007	16,24 c	5,07 b	2,47 c	2,61 b	0,96 ab	14,6 a
	2008	15,17 a	5,02 b	2,52 d	2,50 a	1,02 c	16,0 c
	2009	15,98 a	4,83 a	2,35 a	2,49 a	0,98 b	15,1 b

kde: C_{ox.} – obsah pôdneho organického uhlíka, C_{HL} – obsah uhlíka humusových látok, C_{HK} – obsah uhlíka humínových kyselín, C_{FK} – obsah uhlíka fulvokyselín, C_{HK}/C_{FK} – pomer uhlíka humínových kyselín k uhlíku fulvokyselín, C_{HK}/C_{ox.}.100 – percentuálny pomer uhlíka humínových kyselín k oxidovateľnému uhlíku, KA – konvenčná agrotechnika, RA – redukovaná agrotechnika, PS – priama sejba, písmená (a, b, c, d) medzi faktormi poukazujú na štatisticky preukazné rozdiely ($\alpha = 0,05$) – LSD test

Tabuľka 3: Obsah uhlíka humusových látok, uhlíka humínových kyselín a uhlíka fulvokyselín fluvizeme glejovej

Parameter	Obrábanie	Hĺbka odberu [m]	Experimentálny rok						\bar{x}	Δ 2009-2005
			2005	2006	2007	2008	2009			
C _{HL} [g.kg ⁻¹]	KA	0,00-0,15	5,37	5,12	5,29	5,09	4,80	5,13	-0,57	
		0,15-0,30	4,62	4,56	4,78	4,70	4,69	4,67	0,07	
		\bar{x}	5,00	4,84	5,04	4,90	4,75	4,90	-0,25	
	RA	0,00-0,15	5,47	5,19	5,31	5,40	4,95	5,26	-0,52	
		0,15-0,30	4,75	4,56	4,81	4,82	4,83	4,75	0,08	
		\bar{x}	5,11	4,88	5,06	5,11	4,89	5,01	-0,22	
	PS	0,00-0,15	5,34	5,24	5,39	5,32	4,98	5,25	-0,36	
		0,15-0,30	4,69	4,55	4,86	4,78	4,74	4,72	0,05	
		\bar{x}	5,02	4,90	5,13	5,05	4,86	4,99	-0,16	
C _{HK} [g.kg ⁻¹]	KA	0,00-0,15	2,47	2,37	2,48	2,63	2,42	2,47	-0,05	
		0,15-0,30	2,27	2,23	2,33	2,40	2,23	2,29	-0,04	
		\bar{x}	2,37	2,30	2,41	2,52	2,33	2,38	-0,05	
	RA	0,00-0,15	2,57	2,47	2,67	2,65	2,42	2,56	-0,15	
		0,15-0,30	2,39	2,28	2,36	2,39	2,34	2,35	-0,05	
		\bar{x}	2,48	2,38	2,52	2,52	2,38	2,46	-0,10	
	PS	0,00-0,15	2,49	2,47	2,61	2,64	2,45	2,53	-0,04	
		0,15-0,30	2,32	2,23	2,36	2,40	2,20	2,30	-0,12	
		\bar{x}	2,41	2,35	2,49	2,52	2,33	2,42	-0,08	
C _{FK} [g.kg ⁻¹]	KA	0,00-0,15	2,90	2,75	2,81	2,46	2,38	2,66	-0,52	
		0,15-0,30	2,35	2,33	2,45	2,29	2,46	2,38	0,11	
		\bar{x}	2,63	2,54	2,63	2,38	2,42	2,52	-0,21	
	RA	0,00-0,15	2,90	2,72	2,64	2,74	2,53	2,71	-0,37	
		0,15-0,30	2,36	2,27	2,45	2,43	2,49	2,40	0,13	
		\bar{x}	2,63	2,50	2,55	2,59	2,51	2,56	-0,12	
	PS	0,00-0,15	2,85	2,77	2,79	2,68	2,52	2,72	-0,33	
		0,15-0,30	2,37	2,32	2,50	2,39	2,54	2,42	0,17	
		\bar{x}	2,61	2,55	2,65	2,54	2,53	2,57	-0,08	

kde: C_{HL} – obsah uhlíka humusových látok, C_{HK} – obsah uhlíka humínových kyselín, C_{FK} – obsah uhlíka fulvokyselín, KA – konvenčná agrotechnika, RA – redukovaná agrotechnika, PS – priama sejba, Δ – rozdiel

Tabuľka 4: Kvalitatívne parametre pôdnej organickej hmoty

Parameter	Obrábanie	Hĺbka odberu [m]	Experimentálny rok					\bar{x}	Δ 2009-2005
			2005	2006	2007	2008	2009		
C_{HK}/C_{FK}	KA	0,00-0,15	0,86	0,88	0,90	1,08	1,09	0,96	0,23
		0,15-0,30	0,97	0,96	0,95	1,05	0,92	0,97	-0,05
		\bar{x}	0,92	0,92	0,93	1,07	1,01	0,97	0,09
	RA	0,00-0,15	0,89	0,92	1,02	0,98	0,97	0,96	0,08
		0,15-0,30	1,02	1,01	0,96	0,99	0,98	0,99	-0,04
		\bar{x}	0,96	0,97	0,99	0,99	0,98	0,98	0,02
	PS	0,00-0,15	0,88	0,91	0,95	1,00	1,00	0,95	0,12
		0,15-0,30	0,98	0,97	0,95	1,02	0,89	0,96	-0,09
		\bar{x}	0,93	0,94	0,95	1,01	0,95	0,96	0,02
$C_{HK}/C_{ox.100}$ [%]	KA	0,00-0,15	14,8	14,7	14,7	16,4	15,7	15,3	0,9
		0,15-0,30	14,0	14,2	14,4	15,7	14,9	14,6	0,9
		\bar{x}	14,4	14,5	14,6	16,1	15,3	15,0	0,9
	RA	0,00-0,15	14,7	14,7	15,4	16,0	15,1	15,2	0,4
		0,15-0,30	14,5	14,2	14,2	15,9	15,3	14,8	0,8
		\bar{x}	14,6	14,5	14,8	16,0	15,2	15,0	0,6
	PS	0,00-0,15	14,6	15,2	14,9	16,1	15,6	15,3	1,0
		0,15-0,30	14,1	14,1	14,3	16,0	14,4	14,6	0,3
		\bar{x}	14,4	14,7	14,6	16,1	15,0	15,0	0,7

kde: C_{HK}/C_{FK} – pomer uhlíka humínových kyselín k uhlíku fulvokyselín, $C_{HK}/C_{ox.100}$ – percentuálny pomer uhlíka humínových kyselín k oxidovateľnému uhlíku, KA – konvenčná agrotechnika, RA – redukovaná agrotechnika, PS – priama sejba, Δ – rozdiel

Kontaktná adresa: Ing. Božena Šoltysová, PhD., Centrum výskumu rastlinnej výroby – Výskumný ústav agroekológie Michalovce, Špitálska 1273, 071 01 Michalovce
Email: soltysova@minet.sk

POROVNANIE VYBRANÝCH VLASTNOSTÍ PŮD SR A ČR

Comparison of selected properties of soils of Slovak Republic and Czech Republic

BOŽENA ŠOLTYSOVÁ¹ – VÁCLAV KADLEC² – DANA KOTOROVÁ¹ – ONDŘEJ HOLUBÍK² – PAVOL BALLA¹ – MARTIN PETERA²

¹Centrum výskumu rastlinnej výroby – Výskumný ústav agroekológie Michalovce

²Výskumný ústav meliorací a ochrany půdy v.v.i. Praha

During the years 2009 – 2012 it was observed effect of soil tillage technologies on changes of soil organic carbon and humous substances contents in the soil (Gleyic Fluvisol) in the Slovak Republic. The experiment was realized at three soil tillage technologies as follows: conventional tillage, reduced tillage and no-tillage. Soil samples were collected from depths 0 – 0.15 m. On the basis of the obtained results it can be stated that the influence of tillage technology, years and plots on content of soil organic carbon and humus substances were statistically significant. In Czech Republic, amount of organic carbon in soil and sediment after nature precipitation was observed in experiments with different fertilization of maize for grain between 2009 and 2011 years. The treatments were observed as follows: V1 – maize after farmyard manure, V2 – maize after green manure, V4 – without organic fertilization, V4 – fallow land. Soil samples were collected from depths 0 – 0.1 m. From the experiments implemented in the Czech Republic found positive influence application of organic fertilizer for reducing of surface runoff and soil loss by erosion. After long-time input of organic fertilizers in soil the increasing of soil quality was determined. It was shown by decreasing of enriching factor on plots with farmyard manure.

Key words: soil tillage system, soil organic carbon, humous substances, enriching factor

ÚVOD

Pôda je vo všeobecnosti chápaná ako veľmi zložitý komplex. Rozdielne technologické postupy a systémy obrábania pôdy prispievajú k zmene vlastností pôdneho prostredia, a teda sú aj príčinou zmien jej základných vlastností. Na zmeny vlastností sú vo všeobecnosti náchylnejšie menej kvalitné pôdy, ku ktorým patria aj pôdy ťažké s vyšším obsahom ílovitých častíc. Pôdne vlastnosti sú ovplyvňované mnohými faktormi, ku ktorým patrí priebeh pôdotvorného procesu, poveternostné faktory, či spôsob hospodárenia na pôde. Nezanedbateľným vo vzťahu k pôdnym vlastnostiam je aj výber osevného postupu a realizované hnojenie plodín (Vjatráková et al., 2002). Priaznivé fyzikálne a chemické vlastnosti pôdy sa v súčasnej dobe stávajú cieľom, ku ktorému majú smerovať agrotechnické opatrenia, pretože ich zhoršenie sa nepriaznivo odráža ako na produkcii pestovaných plodín, tak aj na ekonomike.

Pôdna organická hmota je považovaná za hlavný indikátor pri hodnotení pôdnej kvality. Z hľadiska zachovania pôdnej úrodnosti je dôležité udržať vyrovnanú bilanciu pôdnej organickej hmoty, teda dosiahnuť, aby straty pôdnej organickej hmoty, ku ktorým dochádza v procesoch rozkladu, mineralizácie a humifikácie organických látok v pôde boli plne nahradzované vstupmi čerstvej organickej hmoty do pôdy (Torma, Halas, 2004; Šoltysová, Danilovič, 2008).

Súčasný vstup organických látok do našich pôd sú však nízke, a preto existuje značná rezerva v technológiách prípravy pôdy, ich minimalizácii a tým aj v znížení rýchlosti rozkladu pôdnej organickej hmoty (Zaujec, 2003). Zvýšenie pôdnej organickej hmoty pri priamej sejbe v porovnaní s konvenčným obrábaním zaznamenali Šimanský et al. (2007), López-Fando, Pardo (2009) a iní.

Mimo množstva pôdnej organickej hmoty je dôležitá aj jej kvalita, ktorá sa najčastejšie posudzuje na základe obsahu humusových látok a pomeru medzi humínovými kyselinami a fulvokyselinami. V humuse dobrej kvality sú dominujúcimi humínové kyseliny. Najkvalitnejšie sú vo väzbe s dvojmocnými kationmi. Ak naopak sú dominujúcimi fulvokyseliny, ktoré migrujú v pôdnom profile a prispievajú k zvyšovaniu pôdnej kyslosti, možno hodnotiť humus ako menej kvalitný. Podľa Sotákovej (1982) sa obrábané pôdy vyznačujú vyššou kvalitou organickej hmoty. Zistenie, že konvenčný spôsob obrábania pôdy je priaznivejší vo vzťahu k formovaniu kvalitnejších humínových kyselín potvrdila aj Tobiašová (2006).

Povrchovým odtokom z privalového dažďa odchádza z povodia vo forme sedimentu okrem živín tiež značné množstvo biologicky aktívnej organickej hmoty. Táto hmota sa nachádza tesne pod povrchom pôdy, a preto ľahko podlieha erózii. Stratou časti ornice dochádza k zhoršeniu fyzikálnych a chemických vlastností pôdy a k zníženiu jej úrodnosti, pretože organický uhlík ovplyvňuje hlavne pórovitosť a stabilitu pôdnych agregátov (Rhoton et al., 2002). Rastliny môžu trpieť nedostatkom živín nielen v dôsledku ich vyplavovania, ale tiež stratou organického uhlíka sa zhoršuje dostupnosť živín pre rastliny, pretože sa znižuje pufračná schopnosť pôd (Martinec, 2009). Zatiaľ čo strata živín eróziou sa v krajnom prípade dá nahradiť zvýšenou aplikáciou hnojív, organický uhlík je nenávratne stratený a nedá sa ničím obnoviť.

Množstvo organickej hmoty v pôde má veľký vplyv na náchylnosť pôdy k erózii. Ako udávajú Fullen and Brandsma (2006) už obsah organickej hmoty v pôde pod 2 % veľmi významne zvyšuje riziko erózie.

Selektívny proces vodnej erózie sa často vyjadruje pomerom obohatenia, ktorý predstavuje pomer obsahu organickej hmoty v zmytom sedimente k obsahu v pôvodnej pôde. Spravidla sediment obsahuje viac organickej hmoty ako pôvodná pôda, pričom existuje mnoho teórií ako dochádza k obohateniu sedimentu. Jedna z nich vysvetľuje túto skutočnosť tým, že vonkajšie vrstvy (obal) pôdnych agregátov obsahujú viac živín než jadro agregátov. Kinetická energia dažďových kvapiek tieto obaly rozbíja a dochádza k premiestneniu obsahu vonkajšej vrstvy do pôdneho sedimentu (Ghadiri a Rose, 1991). Hodnoty pomeru obohatenia sú spravidla vyššie než 1 a pohybujú sa v rozmedzí 1,3 – 4,2 (Basic at al., 2002; Cogle et al., 2002; Kisic, et al., 2002).

Cieľom práce bolo zhodnotiť zmeny vlastností pôdy v stacionárnych pokusoch realizovaných na ťažkej ílovito-hlinitej pôde v Slovenskej republike (CVRV – Výskumný ústav agroekológie Michalovce) a na prachovitej hline v Českej republike (Výskumný ústav meliorací a ochrany pôdy, v.v.i. Praha).

MATERIÁL A METÓDA

Výskum zmien obsahu pôdneho organického uhlíka a humusových látok na ílovito-hlinitej fluvizemi glejovej vplyvom rozdielneho obrábania sa realizoval v Slovenskej republike. Stacionárne poľné pokusy boli založené v rokoch 2009 – 2012 na experimentálnom pracovisku CVRV – Výskumného ústavu agroekológie Michalovce, ktoré sa nachádza v Milhostove. Pracovisko sa nachádza v centrálnej časti Východoslovenskej nížiny (VSN) v nadmorskej výške 101 m n. m., s. š. 48°40', v. d. 22°09'. Pokusná lokalita patrí do teplého a veľmi suchého nížinného kontinentálneho klimatického regiónu T 03 (Linkeš et al., 1996). Dlhodobá priemerná ročná teplota vzduchu pre Milhostov (priemer rokov 1961 – 1990) je 8,9 °C a pre vegetačné obdobie 16,0 °C a dlhodobý ročný úhrn zrážok je 550 mm a pre vegetačné obdobie 348 mm (Mikulová et al., 2008).

Pokus bol založený pri troch spôsoboch obrábania pôdy:

- KA – konvenčná agrotechnika pôdy (bežný spôsob obrábania pôdy), v závislosti od pestovanej plodiny sa urobila podmietka, stredná prípadne hlboká orba, v jarnom období predsejbové spracovanie pôdy radličkovým náradím a následne sejba (pre sejbu kukurice bola použitá sejačka Kinze 2000 a pre sejbu pšenice, jačmeňa a sóje sejačka Great Plains),
- RA – redukovaná agrotechnika – pri spracovaní pôdy v jeseni bol použitý radličkový podmietač a v jarnom období predsejbové spracovanie pôdy radličkovým náradím, pre sejbu kukurice bola použitá sejačka Kinze 2000 a pre sejbu pšenice, jačmeňa a sóje sejačka Great Plains,
- PS – priama sejba do neobrobenej pôdy (pre sejbu kukurice bola použitá sejačka Kinze 2000 a pre sejbu pšenice, jačmeňa a sóje sejačka Great Plains).

Vzorky pôdy z hĺbky 0 – 0,15 m boli každoročne odoberané v jeseni po zbere plodiny. V porušených vzorkách pôdy bol Ťurinovou metódou (Hraško et al., 1962) stanovený obsah pôdneho organického uhlíka a podľa Kononovovej a Belčikovej (Hrivňáková, Makovníková et al., 2011) obsah humínových kyselín a fulvokyselín.

Množstvo organického uhlíka v pôde a sedimentoch po prirodzených prívalových zrážkach rozdielne hnojenej kukurice bolo sledované v pokusoch založených v Českej republike Výskumným ústavom meliorací a ochrany pôdy, v.v.i. Praha. Výskum sa uskutočnil v rokoch 2009 – 2011 na experimentálnej ploche Třebsín, ktorá sa nachádza neďaleko Jílového pri Prahe v nadmorskej výške 340 m n. m. na rozvodnici riek Sázava a Vltava. Územie patrí do klimatického regiónu mierne teplého, mierne vlhkého s miernou zimou. Priemerný ročný úhrn zrážok je 517 mm, priemerná ročná teplota je 7,4 °C. Po stránke geomorfologickej je územie súčasťou Benešovskej pahorkatiny a reliéf terénu je charakterizovaný veľmi členitým povrchom miestami s výrazne svahovitými pozemkami. Podložie je tvorené horninami zo skupiny žúl, ktoré sú miestami prekryté sprašovými hlinami. Na týchto substrátoch sa vytvorili veľmi hlboké stredne ťažké bezštrkovité pôdy, v svahovitých polohách však v dôsledku vodnej erózie značne zmyté. Pôda parciel je prachovitá hlina s pomerne nízkym obsahom organickej hmoty, je ťažko spracovateľná a nemá dobrý vlahový režim. Pokusná plocha sa nachádza na svahu so severnou expozíciou. Parcely majú priemerný sklon 8°.

Pokus sa skladá z deviatich pokusných parciel dlhých 35 m a širokých 7 m a jednej parcely s rozmermi 2 x 25 m, ktorá je udržiavaná ako kyprený úhor bez vegetácie. Parcely sú ukončené žľabmi, ktoré ústia do zberných nádrží s objemom 1 m³. V pokusoch boli sledované nasledujúce varianty:

- V1 – kukurica bola siata do spracovanej pôdy po zaoranom maštaľnom hnoji na jeseň v dávke 30 t.ha⁻¹. Maštaľný hnoj bol pred zaoraním rovnomerne ručne rozhádzaný a pre zaoranie do pôdy bol použitý rotavátor,
- V2 – kukurica bola siata do spracovanej pôdy po zelenom hnojení, vytvorenom po jesennom zaoraní horčice bielej. Horčica biela bola vysiatá na široko, výsevna dávka bola cca 12 kg.ha⁻¹.
- V3 – kukurica bola siata do spracovanej pôdy bez organického hnojenia. Pôda na jeseň bola len podmiatnutá a po vzídení burín bol použitý rotavátor. Na jar bola uskutočnená bežná predsejbová príprava.
- V4 – kyprený úhor.

Kukurica bola siata po spádnicí sejačkou s presným výsevom v medziriadkovej vzdialenosti 0,7 m. Hnojenie sa realizovalo vždy na jeseň po vegetačnom období. Pôdne vzorky boli odoberané 4 krát do roka (1. – na jeseň po aplikácii a zapravení organickej hmoty do pôdy (november – december); 2. – na jar pred zasiatím kukurice (apríl); 3. – v strede vegetačného obdobia (jún); 4. – na konci vegetačného obdobia po zbere kukurice (august – september) z hĺbky 0 – 0,1 m. Vzorky vody (sedimentov) boli odoberané po výskyte prívalových zrážok, počet vzoriek bol závislý na počte prívalových zrážok v danom roku. Vo vzorkách pôdy a sedimentov boli stanovené parametre: C_{ox} , C_{pyro} , C_{hws} a C_{pm} .

Získané výsledky boli spracované matematicko-štatistickými metódami.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

V sledovanom období sa obsah pôdneho organického uhlíka vyskytoval v rozmedzí 12,67 – 21,11 g.kg⁻¹, uhlíka humusových látok 3,43 – 6,25 g.kg⁻¹, uhlíka humínových kyselín 1,54 – 2,95 g.kg⁻¹ a uhlíka fulvokyselín 1,54 – 3,64 g.kg⁻¹ (tabuľka 1). Humusové látky typu humínových kyselín a fulvokyselín tvorili pri konvenčnej agrotechnike 27,8 – 35,4 %, pri minimálnej agrotechnike 27,2 – 33,9 % a pri priamej sejbe 27,7 – 33,9 % pôdneho organického uhlíka. Po prepočte organického uhlíka na humus sa zistilo, že monitorované fluvizeme glejové sú stredne humózne (Fecenko, Ložek, 2000). Zistené obsahy humusu zodpovedajú danému pôdnemu typu (Sotáková, 1982). Obsahy pôdneho organického uhlíka a humusových látok boli štatisticky preukazne ovplyvnené obrábaním pôdy, výberom honu a ročníkom (tabuľka 2).

Spôsob obrábania pôdy ovplyvňuje rýchlosť rozkladu pôdnej organickej hmoty. Hodnoty pôdnej organickej hmoty boli vyššie pri pôdoochranných technológiách (PS – 16,20 g.kg⁻¹, MA – 16,31 g.kg⁻¹) v porovnaní s konvenčným obrábaním pôdy (15,53 g.kg⁻¹). Vyššie množstvo pôdnej organickej hmoty pri priamej sejbe oproti konvenčnej agrotechnike zaznamenali aj Roldán et al. (2007), Yaduvanshi, Sharma (2008), Hůla a kol. (2010) a iní.

Ročníkový priebeh zmien pôdneho organického uhlíka pri troch rozdielnych agrotechnikách je uvedený v tabuľke 1. Medzi východiskovým rokom 2009 a konečným rokom 2012 sme pri všetkých troch agrotechnikách zaznamenali štatisticky preukazný nárast pôdneho organického uhlíka. Najvyšší nárast pôdneho organického uhlíka bol zistený pri priamej sejbe (+0,73 g.kg⁻¹).

Opačný trend bol zaznamenaný pri celkovom obsahu humusových látok, ktorých nárast bol vyšší pri konvenčnej agrotechnike (+0,34 g.kg⁻¹) v porovnaní s pôdoochranným obrábaním pôdy (+0,18 g.kg⁻¹ pri MA, resp. +0,21 g.kg⁻¹ pri PS). Pri konvenčnej agrotechnike bol zistený aj vyšší nárast oboch zložiek humusových látok, teda humínových kyselín a fulvokyselín. Dané zistenie je v súlade s poznatkami Tobiašovej (2006), ktorá pri konvenčnom spôsobe obrábania pôdy zaznamenala vyšší obsah humínových kyselín.

Obsah organických látok, cez rozdielne množstvá a kvalitu humusotvorného materiálu, výrazne ovplyvňuje štruktúra osevného postupu. Každoročne boli v osevnom postupe pestované plodiny, ktoré podľa Jurčovej a Bieleka (1997) patria medzi významné a stredne výdatné zdroje organického uhlíka a preto v sledovanom časovom období bol zaznamenaný nárast pôdneho organického uhlíka. Ročníkovú variabilitu obsahu pôdneho organického uhlíka a humusových látok potvrdili aj Pospíšilová, Máchalová (2006) a Berner et al. (2008).

Tesné korelácie medzi obsahom organického uhlíka a humusových látok zistili Horáček et al. (2005). Podobne aj naše výsledky potvrdili veľkú kladnú závislosť medzi obsahom organického uhlíka a humusových látok ($r = 0,80$). Na tejto kladnej závislosti sa podieľali humínové kyseliny ($r = 0,70$) aj fulvokyseliny ($r = 0,66$).

Vplyv hnojenia organickou hmotou aplikovanou do pôdy na množstvo organického uhlíka v pôde a sedimentoch a pomer obohatenia sedimentov uhlíkom bol sledovaný v pokusoch realizovaných na experimentálnej ploche v Třebsíne. Zmeny obsahu organickej hmoty v pôde boli sledované v rokoch 2009 – 2011 a stanovené boli štyri rôzne frakcie uhlíka. Priemerné výsledky z každoročne realizovaných štyroch odberov pôdy sú uvedené v tabuľke 3. Významný nárast všetkých frakcií uhlíka bol na variante V1. Pri porovnaní jednotlivých obsahov a foriem organicky viazaného uhlíka bol dokázaný vplyv aplikácie maštalného hnoja (V1) na uloženie uhlíka v pôdnom profile. Obsah stabilných foriem uhlíka bol vysoký a rovnako sa nepatrne zvýšil aj obsah prístupných živín C_{hws} . Hodnoty C_{pyro} sú charakteristickým ukazovateľom obsahu pevne viazanej organickej hmoty. Obsah C_{pyro} na variante V1 sa mierne zvýšil o 24 %. Na variante V2 hodnoty všetkých foriem uhlíka boli celkovo nižšie než na variante V1. Obsahy jednotlivých foriem príliš neklesli. Na variante V3 boli obsahy jednotlivých foriem uhlíka nižšie než na predchádzajúcich variantoch. Trend bol rovnaký ako na variante V2, ale viac poklesol obsah C_{pyro} . Obsah rôznych foriem organickej hmoty pre úhor (V4) slúži len k porovnaniu obsahu jednotlivých foriem uhlíka. Obsahy C_{ox} , C_{pm} , C_{pyro} i C_{hws} na variante V4 boli vždy o 50 – 75 % nižšie, než na pôde s pokryvom kukurice.

Faktorom k posúdeniu vplyvu rôzneho spôsobu hospodárenia v závislosti na celkovom vnášaní a uložení pôdnej organickej hmoty je proces vodnej erózie. Početnosť prívalových zrážok v danom období a hodnoty celkového odnosu pôdy sú uvedené v tabuľke 3. Z hľadiska odtoku a strát pôdy sa ako najefektívnejšia

technológia javí spracovanie pôdy s aplikáciou maštalného hnoja v porovnaní k variantmi hnojenými horčicou bielou, bez organického hnojenia (tradičná technológia) a úhorom. Počas troch rokov výskumu bolo na danej ploche 21 prívalových zrážok, ktoré vyvolali na parcelách povrchový odtok a zároveň stratu pôdy. Priemerná prívalová zrážka bola 22,6 mm, maximálne zaznamenaný úhrn zrážok bol 61 mm.

Pri hodnotení celkových strát pôdnej organickej hmoty vplyvom povrchového odtoku pôd je potrebné porovnať obsahy jednotlivých foriem uhlíka v pôdnom profile s celkovým obsahom v sedimente (tabuľka 4). Z hľadiska kvantifikácie odnosu organickej hmoty z pôdy a následnej sekvestrácie v sedimentoch je možné porovnať jednotlivé varianty pomocou pomeru obohatenia (tabuľka 4), ktorý vyjadruje pomer jednotlivých foriem uhlíka v sedimentoch a v pôde. Najnižšie hodnoty tohto pomeru pri všetkých frakciách uhlíka boli pri variante V1. Z výsledkov vyplýva, že pestovanie kukurice hnojenej maštalným hnojom (V1) sa najlepšie prejavilo na hodnotách pomeru obohatenia uhlíkom. Hodnota pomeru obohatenia je najnižšia na variante V1 (1,52) a najvyššia hodnota bola zistená na variante s horčicou bielou (V2=1,88) a na variante bez vnašania organickej hmoty (V3=1,82).

ZÁVERY

Použitie rozdielnych systémov obrábania pôdy ovplyvňuje rýchlosť rozkladu pôdnej organickej hmoty a následne obsah organického uhlíka v pôde. Súčasne s mineralizáciou pôdnej organickej hmoty prebieha jej humifikácia, výsledkom ktorej sú humusové látky. Z pokusov realizovaných v Slovenskej republike boli v časovom období štyroch rokov zistené preukazne vyššie obsahy pôdneho organického uhlíka a humusových látok pri pôdoochranných technológiách v porovnaní s konvenčným obrábaním pôdy.

Množstvo pôdneho organického uhlíka a humusových látok výrazne ovplyvňuje štruktúra osevného postupu. Pri hodnotených spôsoboch agrotechniky bol časový priebeh zmien uvedených parametrov pôdy podobný. Medzi východiskovým rokom 2009 a konečným rokom 2012 bol pri všetkých troch spôsoboch agrotechniky zaznamenaný štatisticky preukazný nárast pôdneho organického uhlíka, uhlíka humínových kyselín a uhlíka fulvokyselín.

Z pokusov realizovaných v Českej republike bol zistený pozitívny vplyv aplikácie organického hnojenia na zníženie povrchového odtoku a stratu pôdy eróziou. Po dlhodobej aplikácii organickej hmoty do pôdy bolo zistené zlepšenie kvality pôdy, čo sa prejavilo na znížení hodnoty faktora obohatenia na parcelách s aplikovaným maštalným hnojom (V1), stagnácii, resp. miernom zvýšení na parcele bez aplikácie organického hnoja (V3) a úhore (V4). Na variante s úhorom (V4) existuje predpoklad vysokého ohrozenia pôdy, teda môže dôjsť k ľahkému uvoľneniu organickej hmoty.

Pod'akovanie: Táto práca bola podporovaná Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. SK-CZ-0193-11, MPAV SR a MZ ČR na základe zmluvy č. MZE0002704902.

LITERATÚRA

- BASIC, F. I. – KISIC, I. – NESTROY, O. – MESIC, M. – BUTORAC, A. 2002. Particle size distribution of eroded soil material. In: J. Agron. Crop Sci., vol. 188, 2002, pp. 311-322.
- BERNER, A. – HILDERMANN, I. – FLIESSBACH, A. – PFIFFNER, L. – NIGGLI, U. – MÄDER, P. 2008. Crop yield and soil fertility response to reduced tillage under organic management. In: Soil and Tillage Research, vol. 101, 2008, pp. 89-96.
- COGLE, A. L. – RAO, K. P. C. – YULE, D. F. – SMITH, G. D. 2002. Erosion, enrichment ratios and runoff. In: Soil Use Manager, vol. 18, 2002, pp. 10-17.
- FECENKO, J. – LOŽEK, O. 2000. Výživa a hnojenie poľných plodín. 1. vyd. Nitra : SPU Nitra, 2000. 452 s. ISBN 80-7137-777-5
- FULLEN, M. A.YI.Z. – BRANDSMA, R. T. 2006. Comparison of soil and sediment properties of a Loamy sand soil. In: Soil Technol., vol. 10, 2006, pp. 1-8.
- GHADIRI, H. – ROSE, C.W. 1991. Sorbed chemical transport in overland flow: I. A nutrient and pesticide enrichment mechanism. In: J. Environ. Qual., vol. 20, 1991, pp. 628-633.
- HORÁČEK, J. – LEDVINA, R. – ČECHOVÁ, V. – ŠABATKOVÁ, O. – KOPEČNÁ, J. – HŘEBEČKOVÁ, J. 2005. Změny organické hmoty při půdoochranném zpracování kambizemě. In: Štvrté pedologické dni na Slovensku : zborník referátov z vedeckej konferencie. Bratislava : VÚPOP, 2005, s. 155-160. ISBN 80-89128-18-1
- HRAŠKO, J. et al. 1962. Rozbory pôd. Bratislava : SVPL, 1962. 342 s.
- 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
- HŮLA, J. a kol. 2010. Dopad netradičních technologií zpracování půdy na půdní prostředí. Uplatněná certifikovaná metodika. Praha : Výzkumný ústav zemědělské techniky, v.v.i., 2010, 58 s. ISBN 978-80-86884-53-0
- JURČOVÁ, O. – BIELEK, P. 1997. Metodika bilancie organickej hmoty a stanovenia organického hnojenia. Bratislava : VÚPÚ, 1997. 154 s. ISBN 80-85361-26-4

- KISIC, I. – BASIC, F. I. – NESTROY, O. – MESIC, M. – BUTORAC, A. 2002. Chemical properties of eroded soil material. In: J. Agron. Crop Sci., vol. 188, 2002, pp. 323-334.
- LINKEŠ, V. – PESTÚN, V. – DŽATKO, M. 1996. Príručka pre používanie máp bonitovaných pôdno-ekologických. 3. vyd. Bratislava : VÚPÚ, 1996. 103 s. ISBN 80-85361-19-1
- LÓPEZ-FANDO, C. – PARDO, M. T. 2009. Changes in soil chemical characteristics with different tillage practice in semi-arid environment. In: Soil Tillage Res., vol. 104, 2009, No. 2, pp. 278-284.
- MARTINEC, J. 2009. Buffering ability of soil types regosol and phaeozems. Study from Research plan No. MSM 6215648901 : Biological and technological aspects of sustainability of controlled ecosystems and their adaptability to climate change, 2009.
- MIKULOVÁ, K. et al. 2008. Klimatologické normály 1961 – 1990 meteorologických prvkov teplota vzduchu a atmosférické zrážky : Záverečná správa výskumnej úlohy. Bratislava : SHMÚ, 2008. CD
- POSPÍŠILOVÁ, L. – MÁCHALOVÁ, E. 2006. Závislosť dynamiky uhlíku v pôde na spôsobu hospodárení v průběhu dlhodobého experimentu. In: Aktuální poznatky v pěstování šlechtění a ochraně rostlin : Sborník referátů z konference s mezinárodní účastí. Brno : VÚP s.r.o., Zemědělský výzkum s.r.o. Troubsko, 2006, CD-ROM, s. 345-347. ISBN 80-86908-03-8
- RHOTON, F. E. – SHIPITALO, M. J. – LINDBO, D. L. 2002. Runoff and soil loss from midwestern and southwestern US by tillage practice and soil organic matter content. In: Soil and Tillage Research, vol. 66, 2002, pp. 1-11.
- ROLDÁN, A. – SALINAS-GARCÍA, J. R. – ALGUACIL, M. M. – CARAVACA, F. 2007. Soil sustainability indicators following conservation tillage practices under subtropical maize and bean crops. In: Soil Tillage Res., vol. 93, 2007, No. 2, pp. 273-282.
- SOTÁKOVÁ, S. 1982. Organická hmota a úrodnosť pôdy. 1. vyd. Bratislava : Príroda, 1982. 234 s.
- ŠIMANSKÝ, V. – TOBIAŠOVÁ, E. – ZAUJEC, A. 2007. Vplyv obrábania na stabilitu pôdnej štruktúry vo vzťahu ku kvalite a kvantite pôdnej organickej hmoty. In: Agrochémia, roč. 47, 2007, č. 1, s. 27-30.
- ŠOLTYSOVÁ, B. – DANILOVIČ, M. 2008. The balance of organic carbon in the different crop sequences and tillage. In: Agriculture, vol. 54, 2008, No. 4, pp. 165-173.
- TOBIAŠOVÁ, E. 2006. Kvantita a kvalita pôdnej organickej hmoty v rôznych systémoch pestovania plodín. Vliv minimalizačních technologií na kvantitativní parametry půdní organické hmoty kambizemě a černozemě. In: Šarapatka, B. – Bednář, M.: Pedogeneze a kvalitativní změny půd v podmínkách přírodních a antropicky ovlivněných území : Sborník příspěvků z 11. pedologických dnů. Kouty nad Desnou : Univerzita Palackého v Olomouci, Česká pedologická společnost, 2006, s. 359-363. ISBN 80-244-1448-1
- TORMA, S. – HALAS, J. 2004. Úbytok organickej hmoty v pôde ako prejav chemickej degradácie pôdy. In: Tretie pôdoznalecké dni v SR : Zborník referátov z vedeckej konferencie. Mojmírovce pri Nitre : VÚPOP, SPS, 2004, s. 355-360. ISBN 80-89128-11-4.
- VJATRÁKOVÁ, J. – ŠTEVLÍKOVÁ, T. – JAVOREKOVÁ, S. 2002. Zmeny pôdnej organickej hmoty a biomasy mikroorganizmov v pôde pri alternatívnom spôsobe obhospodarovania. In: Agriculture (Poľnohospodárstvo), roč. 48, 2002, č. 9, s. 482-491.
- YADUVANSHI, N. P. S. – SHARMA, D. R. 2008. Tillage and residual organic manures/chemical amendment effects on soil organic matter and yield of wheat under sodic water irrigation. In: Soil and Tillage Research, vol. 98, 2008, No. 1, pp. 11-16.
- ZAUJEC, A. 2003. Rastlinné zvyšky a ich rozklad v pôde. In: Druhé pôdoznalecké dni v SR : Zborník referátov z vedeckej konferencie. Stará Lesná: VÚPOP, 2003, s. 81-90. ISBN 80-89128-06-8

Tabuľka 1: Priemerné obsahy pôdnej organickej hmoty a humusových látok na fluvizemi glejovej

Parameter	Obrábanie	VS	2010	2011	2012	\bar{x}	\bar{x} 2010-2012	Δ 2012-VS
C_{ox} [g.kg ⁻¹]	KA	15,17	15,8	15,47	15,68	15,53	15,65	0,51
	MA	16,17	16,44	16,06	16,55	16,31	16,35	0,38
	PS	15,76	16,43	16,14	16,49	16,21	16,35	0,73
C_{HL} [g.kg ⁻¹]	KA	4,69	4,73	4,81	5,03	4,81	4,86	0,34
	MA	4,91	4,91	4,88	5,09	4,95	4,96	0,18
	PS	4,87	4,87	4,79	5,08	4,90	4,91	0,21
C_{HK} [g.kg ⁻¹]	KA	2,32	2,20	2,38	2,48	2,35	2,35	0,16
	MA	2,44	2,34	2,47	2,58	2,46	2,46	0,14
	PS	2,43	2,27	2,46	2,50	2,42	2,41	0,07
C_{FK} [g.kg ⁻¹]	KA	2,37	2,53	2,43	2,56	2,47	2,51	0,19
	MA	2,47	2,57	2,41	2,51	2,49	2,50	0,04
	PS	2,43	2,60	2,33	2,59	2,49	2,51	0,16

kde: KA – konvenčná agrotechnika, MA – minimálna agrotechnika, PS – priama sejba, C_{ox} – pôdny organický uhlík, C_{HL} – uhlík humusových látok, C_{HK} – uhlík humínových kyselín, C_{FK} – uhlík fulvokyselín, \bar{x} – priemer, Δ – rozdiel

Tabuľka 2: Štatistické vyhodnotenie organickej hmoty a humusových látok

Zdroj variability	Faktor	Sledovaný parameter			
		C _{ox} [g.kg ⁻¹]	C _{HL} [g.kg ⁻¹]	C _{HK} [g.kg ⁻¹]	C _{FK} [g.kg ⁻¹]
Spôsob obrábania	a ₁	15,53 a	4,81 a	2,35 a	2,47 a
	a ₂	16,31 b	4,95 b	2,46 c	2,49 a
	a ₃	16,20 b	4,90 b	2,42 b	2,49 a
Rok	VS	15,70 a	4,82 a	2,40 b	2,42 a
	2010	16,22 c	4,84 a	2,27 a	2,57 b
	2011	15,89 b	4,83 a	2,44 b	2,39 a
	2012	16,24 c	5,07 b	2,52 c	2,55 b
Hon	1.	14,60 a	4,66 b	2,29 b	2,36 b
	2.	15,12 b	4,41 a	2,23 a	2,18 a
	3.	18,01 d	5,37 d	2,59 d	2,78 d
	4.	16,33 c	5,11 c	2,50 c	2,61 c

kde: a₁ – konvenčná agrotechnika, a₂ – minimálna agrotechnika, a₃ – priama sejba, C_{ox} – pôdny organický uhlík, C_{HL} – uhlík humusových látok, C_{HK} – uhlík humínových kyselín, C_{FK} – uhlík fulvokyselín, písmená (a, b, c, d) medzi faktormi poukazujú na štatisticky preukazné rozdiely ($\alpha = 0,05$) – LSD test

Tabuľka 3: Priemerné hodnoty jednotlivých frakcií uhlíka a porovnanie technológií z hľadiska povrchového odtoku a strát pôdy

Variant hnojenia	Rok	Hodnoty jednotlivých frakcií uhlíka				Povrchový odtok		Straty pôdy	
		C _{ox} [g.kg ⁻¹]	C _{pyro} [g.kg ⁻¹]	C _{hws} [mg.kg ⁻¹]	C _{pm} [g.kg ⁻¹]	[l.ha ⁻¹]	[rel. %]	[kg.ha ⁻¹]	[rel. %]
V1	2009	18,4	3,7	458	4,0	40332	10,6	533	0,9
	2010	24,2	3,5	643	3,9	60747	12,7	277	1,3
	2011	30,6	4,6	655	x	217813	23,3	11162	4,4
V2	2009	13,8	3,5	411	3,1	62264	16,3	933	1,6
	2010	12,5	2,5	326	1,9	166679	34,8	1739	8,2
	2011	11,0	2,3	258	x	460787	49,3	70989	27,7
V3	2009	13,0	2,8	318	2,9	65932	17,3	1260	2,2
	2010	12,0	2,1	305	2,0	110893	23,2	932	4,4
	2011	11,2	1,7	247	x	474440	50,8	96550	37,6
V4	2009	7,9	1,5	168	1,6	382000	100,0	58251	100,0
	2010	7,9	1,6	138	1,2	478400	100,0	21299	100,0
	2011	7,8	1,5	154	x	934200	100,0	256493	100,0

kde: x – hodnota C_{pm} nebola v danom roku meraná

Tabuľka 4: Priemerné hodnoty jednotlivých frakcií uhlíka v sedimentoch a hodnoty pomeru obohatenia

Variant hnojenia	Množstvo uhlíka v sedimentoch				Hodnoty pomeru obohatenia			
	C _{ox} [%]	C _{pyro} [%]	C _{hws} [mg.kg ⁻¹]	C _{pm} [%]	C _{ox}	C _{pyro}	C _{hws}	C _{pm}
V1	3,43	0,54	887	0,44	1,52	1,29	1,53	1,00
V2	2,45	0,48	792	0,36	1,88	1,67	2,24	1,50
V3	2,24	0,49	723	0,35	1,82	1,88	2,25	1,46
V4	1,42	0,26	389	0,23	1,95	1,63	2,03	1,64

Kontaktná adresa:

Ing. Božena Šoltysová, PhD., RNDr. Dana Kotorová, PhD., Ing. Pavol Balla, PhD., Centrum výskumu rastlinnej výroby – Výskumný ústav agroekológie Michalovce, Špitálska 1273, 071 01 Michalovce

Email: soltysova@minet.sk, kotorova@minet.sk, balla@minet.sk

Ing. Václav Kadlec, PhD., Bc. Ondřej Holubík, Bc. Martin Petera, Výskumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i. Praha, Žabovřeská 250, 156 27 Praha 5 – Zbraslav

Email: kadlec.vaclav@vumop.cz, holubik.ondrej@vumop.cz, petera.martin@vumop.cz

ZDROJE ORGANICKEJ HMOTY NA ORNEJ PÔDE A VODOODOLNÉ MAKRO-AGREGÁTY

Sources of organic mater on arable land and water-resistant macro-aggregates

MIROSLAV ŠPAŇO – ERIKA TOBIAŠOVÁ

Katedra pedológie a geológie FAPZ - Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

In this study, impact of crops and farmyard manure application on fraction composition of water-resistant macro-aggregates and the contents of total organic carbon (TOC) and labile carbon (C_L) in these fractions were evaluated. The experiment includes 8 different crop rotations with different farmyard manure application on Haplic Chernozem of two localities in real field conditions. The negative balance of organic carbon, growing of corn for grain, and the lack of farmyard manure application significantly increased proportion of water-resistant macro-aggregates of the 0.5-1 mm size fraction, which seems to be a main indicator of negative changes in soil structure. Larger aggregates (> 2 mm) had the highest proportion on the field with the highest dose of farmyard manure and also with the shortest period between its application and soil sampling. Higher contents of TOC and C_L was recorded in larger fractions of water-resistant macro-aggregates (> 2 mm), but the proportion of C_L from TOC was the lowest in the 0.5-1 mm size fraction.

Key words: water-resistant macro-aggregates, total organic carbon, labile carbon

ÚVOD

Obsah organického uhlíka v pôde závisí od rovnováhy medzi vstupmi uhlíka a rýchlosťou ich rozkladu (Saggar et al., 2001). Rozdiely pozorované medzi rôznymi rotáciami plodín poukazujú na to, že množstvo pozberových zvyškov je hlavným faktorom určujúcim obsah organického uhlíka, pričom tento vplyv je podmienený kombináciou ďalších faktorov (Studdert a Echeverría, 2000). Jedným z týchto dôležitých faktorov je aj zapracovávanie maštalného hnoja, ktoré tiež vedie k jeho zvyšovaniu a má priamy či nepriamy vplyv na pôdne vlastnosti a procesy prebiehajúce v pôde (Katyal et al., 1997). Množstvo a zloženie pôdnej organickej hmoty (SOM) ovplyvňuje pôdnu štruktúru (Rawls et al., 2003). Organická hmota je považovaná za základný prvok pri tvorbe agregátov (Tisdall a Oades, 1982) a naopak tvorba agregátov prispieva k stabilizácii SOM prostredníctvom fyzikálnej ochrany v agregátoch (Balabane a Plante, 2004; Tobiašová, 2011). Ako indikátor kvality pôdy môže byť skôr využitá partikulárna organická hmota v makro-agregátoch (> 0,25 mm) a mikro-agregátoch (0,053-0,25 mm) ako celkový obsah organického uhlíka (Cambardella a Elliott, 1992; Chan, 2001). Dôležitú úlohu v tvorbe agregátov zohráva najmä labilná frakcia (Six et al., 2001), pretože má rýchly kolobeh a je citlivejšia na zmeny spôsobené hospodárením na pôde (Franzluebbers a Stuedemann, 2002). Cieľom práce bolo posúdenie vplyvu pestovaných plodín a maštalného hnoja na frakčné zloženie vodoodolných makro-agregátov a obsah celkového organického uhlíka a labilného uhlíka v jednotlivých ich frakciách.

MATERIÁL A METÓDA

Pokus bol lokalizovaný na černoze v dvoch lokalitách na 8 honoch s rôznymi rotáciami plodín a aplikáciou maštalného hnoja.

Trnava sa nachádza na Podunajskej nížine. Reliéf Trnavskej pahorkatiny je vyvinutý na spraši, ktoré sem boli naviate vo würmskom glaciáli. V období kvartéru sa práve tieto miesta vyznačovali rôzne intenzívnymi tektonickými pohybmi. Na juhovýchode prechádza do nivných rovín a na západe do členitej vrchoviny a hornatiny (Buday et al., 1967). Územie sa nachádza v teplej klimatickej oblasti s priemernou ročnou teplotou 9,6°C a úhrnom zrážok za rok 560 mm. Vegetácia je zastúpená teplomilnými druhmi panónskej a západokarpatskej flóry. Prevládajú tu dubové a dubovo-hrabové lesy zachované vo forme remíz, ktoré dopĺňajú stepné a lesostepné druhy (Korec et al., 1997). Zastúpenie plodín na jednotlivých honoch bolo: hon 1 - 86 % obilniny a 14 % olejiny + 30 t maštalného hnoja (MH), hon 2 - 28 % obilniny (z toho 14 % kukurica) a 72 % viacročné krmoviny, hon 3 - 86 % obilniny (z toho 33 % kukurica) a 14 % olejiny + 70 t MH v dvoch dávkach, hon 4 - 86 % obilniny (z toho 50 % kukurica) a 14 % okopaniny + 3 x 40 t MH. Horná Kráľova sa nachádza na severnom okraji Podunajskej panvy. Geologickú stavbu charakterizuje neogénne súvrstvie, ktoré môže dosiahnuť hĺbku až 4000 m. Všetky tieto horniny sú však prekryté mladšími horninami kvartéru, ktorý zastupujú fluvialne a eolické sedimenty. Zvlnený pahorkatinný reliéf tvoria rozsiahle plochy pleistocénnych terás Váhu a Nitry, ktoré sú prekryté mohutným vývojom spraší, sprašových hĺn, fosílnych pôd a najmladších pleistocénnych eolických pieskov (Pristaš et al., 2000). Územie sa nachádza v teplej klimatickej oblasti s priemernou ročnou teplotou 9,8°C a úhrnom zrážok za rok 568 mm. Prirodzenú vegetáciu tvorili prevažne jaseňovo - dubovo - brestovo - jelšové lesy, na vyvýšených plochách a dunách prevažne suchomilné spoločenstvá s dubovo - brestovými lesmi. Lesné plochy delila krovinatá a lúčna vegetácia (Korec et al., 1997). Zastúpenie plodín na jednotlivých honoch bolo v Hornej Kráľovej: hon 5 - 88 % obilniny (z toho 28 % kukurica), 12 % olejiny + 2 x 40 t MH, hon 6 - 75 % obilniny (z toho 17 % kukurica), 25 % olejiny + 2 x 40 t MH, hon 7 - 75 % obilniny (z toho 50 % kukurica), 12 % okopaniny a 13 % olejiny + 3 x 40 t MH, hon 8 - 100 % obilniny (z toho 50 % kukurica) + 2 x 40 t MH. Hony sa vyznačovali rôznou bilanciou uhlíka (obr. 1).

Pokus bol realizovaný v skutočných výrobných podmienkach. Vzorky pôdy pre stanovenie pôdnych agregátov a uhlíka organickej hmoty pôdy boli odoberané na jar do hĺbky 0,3 m v troch opakovaníach. Pôdne vzorky boli vysušené pri laboratórnej teplote $25 \pm 2^\circ\text{C}$ a pre stanovenie celkového organického uhlíka (TOC) a labilného uhlíka (C_L) boli zomleté. Obsah TOC bol stanovený oxidimetricky metódou Ťurina (Orlov a Grišina, 1981) a C_L oxidáciou s KMnO_4 (Loginov et al., 1987). Frakčné zloženie vodoodolných agregátov, teda agregátov preosiatych za mokra, bolo stanovené Bakševovou metódou (Hraško, 1962). V jednotlivých frakciách vodoodolných makro-agregátov bol zároveň stanovený TOC a C_L rovnakými metódami ako v celkovej vzorke pôdy.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Frakčné zloženie vodoodolných makro-agregátov bolo ovplyvnené množstvom aj kvalitou organických vstupov. Sisák (1994) považuje za agronomicky najcennejšie vodoodolné agregáty veľkosti 0,5-3 mm. Ich zastúpenie v našom prípade bolo v pozitívnej lineárnej korelácii s bilanciou uhlíka na jednotlivých honoch ($P < 0,05$; $r = 0,699$; $y = 1,293x - 61,549$). Do tohto rozpätia patrí aj veľkostná frakcia 0,5-1 mm. Emadi et al. (2009) uvádzajú, že v rozoraných pôdach zostáva väčší podiel mikro-agregátov a malých makro-agregátov ($< 0,5$ mm) a podľa Whalen a Chang (2002) je zvýšené zastúpenie malých agregátov ($< 1,2$ mm) významným indikátorom degradácie pôdy. V tomto prípade mala frakcia vodoodolných makro-agregátov 0,5-1 mm (obr. 2) výrazne vyššie zastúpenie práve na jedinom hone so zápornou bilanciou, na ktorom tiež ako na jedinom nebol aplikovaný za celé bilančné obdobie maštalný hnoj, aj keď naopak najvyššie zastúpenie mali na ňom viacročné krmoviny. Uvedené poukazuje na rôzny vplyv vstupov organických látok v závislosti od ich pôvodu. Podľa Debosz et al. (2002) sú uhl'ohydráty mikrobiálneho pôvodu odolnejšie voči rozkladu ako rastlinného pôvodu. Celkovo mali väčšie agregáty (> 2 mm) najnižšie zastúpenie spomedzi všetkých honov práve na hone 2. Stabilizačný účinok organických látok rastlinného pôvodu sa teda aj v tomto prípade prejavil ako nižší. Dôvodom tiež môže byť vyššia produkcia koreňových exudátov v prípade pestovanej lucerny, čo sa zase prejaví prostredníctvom rizosférového priming efektu, pri ktorom dochádza k zvýšeniu mikrobiálnej aktivity, a tým aj rozkladu pôdnej organickej hmoty (Dijkstra et al., 2009). O niečo vyššie zastúpenie, v porovnaní s ostatnými honmi, mala veľkostná frakcia 0,5-1 mm aj na honoch, kde bola v poslednom roku pestovaná kukurica na zrno. Negatívny vplyv kukurice na tvorbu priaznivých frakcií makro-agregátov súvisí predovšetkým s vyššou intenzitou obrábania pôdy pri pestovaní tejto plodiny. Najvyššie zastúpenie mali väčšie agregáty (> 2 mm) na hone 7, kde bol v poslednom roku aplikovaný maštalný hnoj, ktorý bol aj na tomto hone aplikovaný až trikrát za sledované obdobie. Potom to bol hon 5, na ktorom spolu s honom 7 mala najnižšie zastúpenie frakcia 0,5-1 mm, ale aj frakcia 0,25-0,5 mm, teda najmenšie frakcie. Hon 7 sa vyznačoval aj najvyšším obsahom agronomicky najcennejších vodoodolných makro-agregátov veľkosti 1-3 mm, teda bez frakcie 0,5-1 mm, čo tiež poukazuje na najpriaznivejší stav pôdnej štruktúry práve na tomto hone. Pozitívny vplyv maštalného hnoja na tomto hone bol odrazom jednak jednej z najvyšších jeho dávok a jednak čas jeho aplikácie bol najkratší od odberu. Aj výsledky Sommerfeldt et al. (1988) poukazujú na pozitívny vplyv maštalného hnoja na pôdnu štruktúru.

Vzájomný vzťah medzi pôdnou štruktúrou a organickou hmotou je dynamický (Bonde et al., 1988). Stabilita agregátov bola ovplyvnená nielen množstvom organickej hmoty v pôde, ale aj jej množstvom a stabilitou v pôdnych agregátoch (obr. 3). Vyšší obsah celkového organického uhlíka (TOC) bol zaznamenaný vo väčších frakciách vodoodolných makro-agregátov (> 2 mm), čo potvrdzujú aj výsledky viacerých autorov (Jastrow, 1996; Six et al., 2000; Sohi et al., 2001), ktorí zároveň poukazujú na síce jeho nižší obsah v menších frakciách agregátov, ale jeho vyššiu fyzikálnu ochranu a zároveň vyšší obsah biochemickej rekalcitrantovej frakcie. V tomto prípade bol síce v priemere vyšší obsah labilného uhlíka (C_L) vo väčších frakciách agregátov (> 2 mm), ale neznižoval sa jeho obsah úmerne so znižovaním veľkostnej frakcie. Vo frakcii 0,25-0,5 mm bol o niečo vyšší ako vo frakcii 0,5-1 mm, ale podiel C_L z TOC bol v tejto frakcii najnižší spomedzi všetkých frakcií agregátov. Opakovane sa svojou výnimočnosťou preukázala frakcia vodoodolných makro-agregátov veľkosti 0,5-1 mm, ktorá citlivo reaguje na spôsob hospodárenia na pôde. Aj Tobiašová et al. (2013) poukázali na význam tejto frakcie v súvislosti s rozdielmi v závislosti od ekosystému. Najvyššie zastúpenie, ako aj podiel z TOC, mal C_L na hone 2, kde bola viac rokov po sebe pestovaná lucerna. Viacročné krmoviny vyprodukujú podstatne väčšie množstvá koreňových exudátov, čo sú prevažne látky polysacharidového, teda zaraďujú sa k labilným zložkám pôdnej organickej hmoty (Högberg a Read, 2006), čo bolo pravdepodobne aj dôvodom vyššieho obsahu C_L na hone s vysokým zastúpením lucerny.

ZÁVERY

- Záporná bilancia organického uhlíka na ornej pôde, pestovanie kukurice siatej na zrno a nedostatočná aplikácia maštalného hnoja výrazne zvyšujú zastúpenie frakcie 0,5-1 mm, ktorá sa javí ako hlavný indikátor negatívnych zmien v pôdnej štruktúre.

- Najvyššie zastúpenie mali väčšie agregáty (> 2 mm) na hone s najvyššou dávkou maštalného hnoja a s jeho najkratšou periódou medzi jeho aplikáciou a odberom.

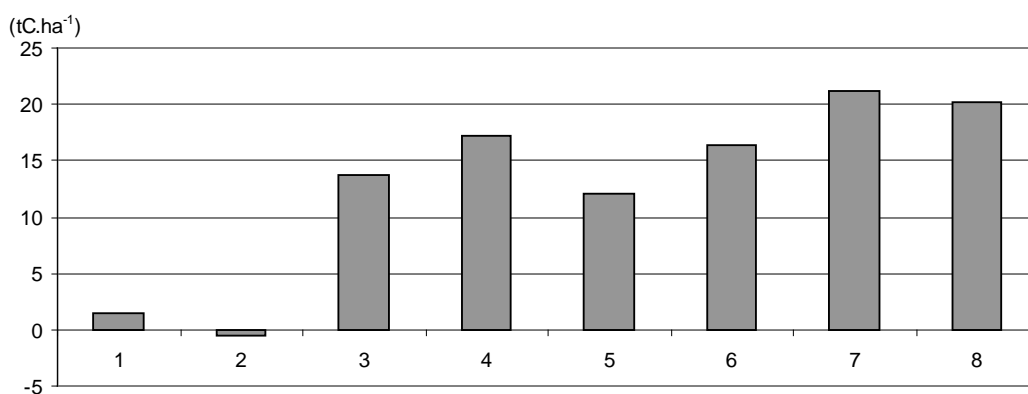
○ Vyšší obsah celkového organického uhlíka (TOC) aj labilného uhlíka (C_L) bol zaznamenaný vo väčších frakciách vodoodolných makro-agregátov (> 2 mm), ale podiel C_L z TOC bol najnižší vo frakcii 0,5-1 mm.

Pod'akovanie: Príspevok vznikol za finančnej podpory projektu VEGA 1/0124/13.

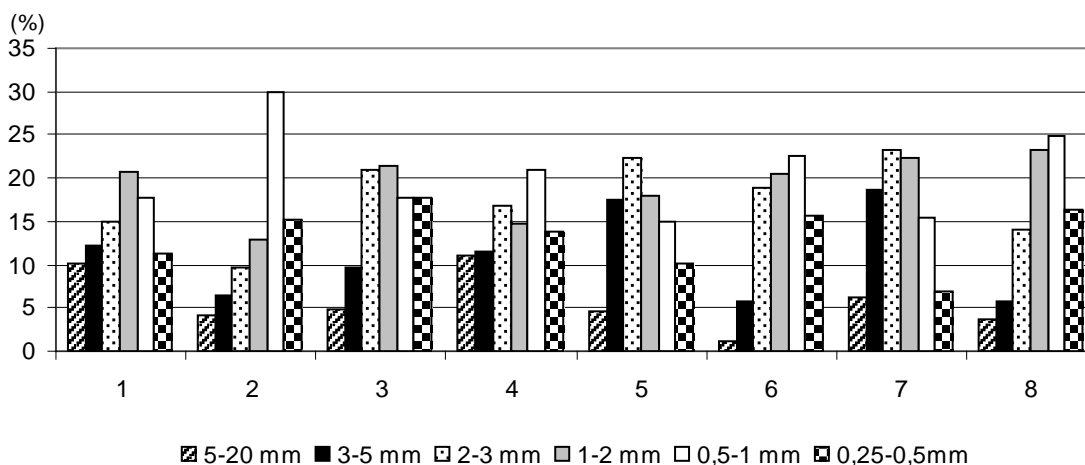
LITERATÚRA

- BALABANE, M. - PLANTE, A.F.: Aggregation and carbon storage in silty soil using physical fractionation techniques. In: Eur. J. Soil Sci., roč. 55, 2004, č. 2, s. 415-427.
- BONDE, T.A. - SCHNURER, J. - ROSSWALL, T.: Microbial biomass as a fraction of potentially mineralizable nitrogen in soils from long-term field experiments. In: Soil Biol. Biochem., roč. 20, 1988, s. 447-452.
- BUDAY, T. – CICHA, I. – HANZLÍKOVÁ, E. – CHMELÍK, F. – KORÁB, T. – KUTHAN, M. – NEMČOK, J. – PÍCHA, F. – ROTH, Z. – SENEŠ, J. – SCHEIBNER, E. – STRÁNÍK, Z. –
- VAŠKOVSKÝ, I. – ŽEBERA, K.: Regionální geologie ČSSR. Díl II. Svazek 2. Praha: Ústřední ústav geologický, 1967, 652 s.
- CAMBARDELLA, C.A. - ELLIOTT, E.T.: Particulate organic matter changes across a grassland cultivation sequence. In: Soil Sci. Soc. Am. J., roč. 56, 1992, s. 777-783.
- CHAN, K.Y.: Soil particulate organic carbon under different land use and management. In: Soil Use and Management, roč. 17, 2001, s. 217-221.
- DEBOSZ, K. - PETERSON, S.O.- KURE, L.K. - AMBUS, P.: Evaluating effects on sewage sludge and household compost on soil physical, chemical and microbiological properties. In: Appl. Soil Ecol., roč. 19, 2002, s. 237- 248.
- DIJKSTRA, F.A. - BADER, N.F. - JOHNSON, D.W. - CHENG, W.: Does accelerated soil organic matter decomposition in the presence of plants increase plant N availability? In: Soil Biol. Biochem., roč. 41, 2009, s. 1080-1087.
- EMADI, M. - BAGHERNEJAD, M. - MEMARIAN, H.R.: Effect of land-use change on soil fertility characteristics within water-stable aggregates of two cultivated soils in northern Iran. In: Land Use Policy, roč. 26, 2009, s. 452-457
- FRANZLUEBBERS, A.J. - STUEDEMANN, J.A.: Particulate and non-particulate fractions of soil organic carbon under pastures in the Southern Piedmont USA. In: Environ. Pollut., roč. 116, 2002, s. 53-62.
- HÖGBERG, P. - READ, D.J.: Towards a more plant physiological perspective on soil ecology. In: Trends in Ecology and Evolution, roč. 21, 2006, s. 548-554.
- HRAŠKO, J. – ČERVENKA, L. – FACEK, Z. – KOMÁR, J. – NĚMEČEK, J. – POSPÍŠIL, F. – SIROVÝ, V.: Rozbory pôd. Bratislava: SVPL, 1962, 343 s.
- JASTROW, J.D.: Soil aggregate formation and the accrual of particulate and mineral-associated organic matter. In: Soil Biol. Biochem., roč. 28, 1996, s. 665-676.
- KATYAL, J.C. - SHARMA, K.L. - SRINIVAS, K. - REDDY, M.N.: Balanced fertilizer use in semiarid soils. In: Fertil. News, roč. 42, 1997, s. 59-69.
- KOREC, P. – LAUKO, V. – TOLMÁČI, L. – ZUBRICKÝ, G. – MIČIETOVÁ, E.: Kraje a okresy Slovenska. Nové administratívne členenie. Bratislava: Q111, 1997, 387 s.
- LOGINOV, W. - WISNIEWSKI, W. - GONET, S.S. - CIESCINSKA, B.: Fractionation of organic carbon based on susceptibility to oxidation. In: Pol. J. Soil Sci., roč. 20, 1987, s. 47-52.
- ORLOV, D.S. – GRIŠINA, L.A.: Praktikum po chimiji gumusa. Moskva: IMU, 1981, 272 s.
- PRISTAŠ, J. – ELEČKO, M. – MAGLAY, J. – FORDINÁL, K. – ŠIMON, L. – GROSS, P. – POLÁK, M. – HAVRILA, M. – IVANIČKA, J. – HATÁR, J. – VOZÁR, J. – MELLO, J. – NAGY, A.: Geologická mapa Podunajskej nížiny - Nitrianskej pahorkatiny. 1 : 50 000. Bratislava: Ministerstvo životného prostredia SR, Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, 2000.
- RAWLS, W.J. - PACHEPSKY, Y.A. - RITCHIE, J.C. - SOBECKI, T.M. - BLOODWORTH, H.: Effect of soil organic carbon on soil water retention. In: Geoderma, roč. 116, 2003, s. 61-76.
- SAGGAR, S. - YEATES, G.W. - SHEPHERD, T.G.: Cultivation effects on soil biological properties, microfauna and organic mater dynamics in Eutric Gleysol and Gleyic Luvisol soils in New Zealand. In: Soil Till. Res., roč. 58, 2001, s. 55-68.
- SISÁK, P. 1994. Štúdium vplyvu rôznych sústav hospodárenia na mikroagregátové zloženie a vodoodolnosť štruktúrnych agregátov hnedozeme. In: Nové poznatky zvyšovania produkčnej schopnosti pôd. Nitra: VŠP a VÚPÚ, 1994, s. 53-56.
- SIX, J. - PAUSTIAN, K. - ELLIOTT, E.T. - COMBRINK, C.: Soil structure and organic matter. I. Distribution of aggregate-size classes and aggregate-associated carbon. In: Soil Sci. Soc. Am. J., roč. 64, 2000, s. 681-689.
- SIX, J. - GUGGENBERGER, G. - PAUSTIAN, K. - HAUMAIER, L. - ELLIOT, E.T. - ZECH, W.: Sources and composition of soil organic matter fractions between and within soil aggregates. In: Eur. J. Soil Sci., roč. 52, 2001, s. 607-618.

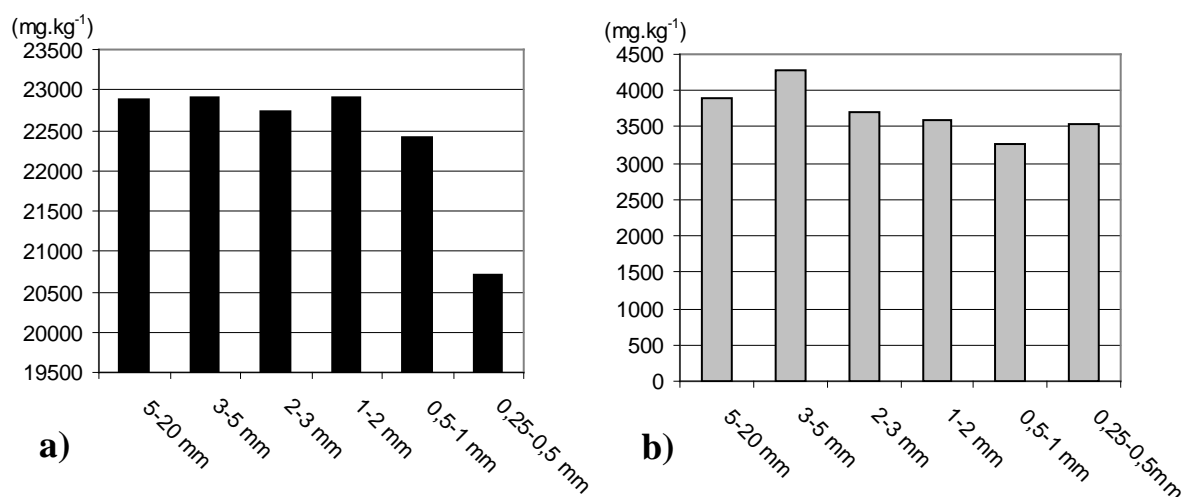
- SOHI, S.P. - MAHIEU, N. - ARAH, J.R.M. - POWLSON, D.S. - MADARI, B. - GAUNT, J.L.: A procedure for isolating soil organic matter fractions for modeling. In: Soil Sci. Soc. Am. J., roč. 65, 2001, s. 1121-1128.
- SOMMERFELDT, T.G. - CHANG, C. - ENTZ, T.: Long-term annual manure applications increase soil organic matter and nitrogen, and decrease carbon to nitrogen ratio. In: Soil Sci. Soc. Am. J., roč. 52, 1988, s. 1668-1672.
- STUDDERT, G.A. - ECHEVERRÍA, H.E.: Crop Rotations and Nitrogen Fertilization to Manage Soil Organic Carbon Dynamics. In: Soil Sci. Soc. Am. J., roč. 64, s. 1496-1503.
- TISDALL, J.M. - OADES, J.M.: Organic matter and water stable aggregates in soils. In: J. Soil Sci., roč. 33, 1982, s. 141-163.
- TOBIAŠOVÁ, E.: The effect of organic matter on the structure of soils of different land use. In: Soil and Tillage Research, roč. 114, 2011, s. 183-192.
- TOBIAŠOVÁ, E. - ŠIMANSKÝ, V. - DEŽBSKA, B. - BANACH-SZOTT, M.: Soil structure and soil organic matter of selected soil types in different ecosystems. In: Agriculture, roč. 59, 2013, č. 1, s. 1-8.
- WHALEN, J.K. - CHANG, C.: Macro-aggregate characteristics in cultivated soils after 25 annual manure applications. In: Soil Sci. Soc. Am. J., roč. 66, 2002, s. 1637-1647.



Obrázok 1. Bilancia organického uhlíka na honoch černozeme lokalít Trnava (hon 1...4) a Horná Kráľova (hon 5...8)



Obrázok 2: Frakčné zloženie vodoodolných makro-agregátov na honoch černozeme lokalít Trnava (hon 1...4) a Horná Kráľova (hon 5...8)



Obrázok 3. a) Priemerné obsahy celkového organického uhlíka (TOC) vo frakciách vodoodolných makro-agregátov, b) Priemerné obsahy labilného uhlíka (C_L) vo frakciách vodoodolných makro-agregátov

ANALÝZA PRIAMEHO A REZIDUÁLNEHO EFEKTU PRÍPRAVKU NA BÁZE HUMÍNOVÝCH KYSELÍN HUMAC AGRO NA PÔDNE UKAZOVATELE V DIFERENCOVANÝCH POLOPREVÁDZKOVÝCH PODMIENKACH

Analysis of direct and residual effect of a soil conditioner HUMAC Agro on soil indicators
under differentiated pilot conditions

ŠTEFAN TÓTH – BOŽENA ŠOLTYSOVÁ – PAVOL PORVAZ

Centrum výskumu rastlinnej výroby – Výskumný ústav rastlinnej výroby Piešťany

This work evaluates a results of direct as well as residual effect of HUMAC Agro on selected soil parameters. Soil conditioner HUMAC Agro was applied to soil in spring of 2010/11 only, the solvation took until 2013 – so including soil samplings at beginning of spring in 2011/12 and 2012/13 too. It was three sites where the conditioner was applied, each of them with different soil conditions and planting, although climatic conditions were similar. The valuation was focused on agronomically important parameters as total and inorganic nitrogen content, available phosphorus, potassium, calcium and magnesium content, exchange soil reaction, soil organic carbon contents and exchange sorption capacity. According to achieved result it can be stated a significant variability in the values of soil indicators within the reporting period. The positive direct as well as residual effect of HUMAC Agro on soil properties was associated mainly by soil available phosphorus content change, respectively its increasing. Higher degree of variability in the values of other parameters we put into connection with the actual pilot scale conditions, respectively, with a positive impact of HUMAC Agro on crops yield and hence a higher drawing of nutrients. There were planted sunflower, grain maize and green pepper in 2010/11, and subsequently winter wheat, grain maize and spring barley cultivated in 2011/12 (plants order according the sites). In 2012/2013 there were planted winter rape, sunflower, respectively fallow land on third site.

Key words: HUMAC Agro, soil properties

ÚVOD

Systémová analýza súčasného stavu poľnohospodárskej sústavy Slovenska, ako aj jej dlhodobého vývoja (Tóth a Stričík, 2009), nás viedli k hľadaniu dostupnej alternatívy regenerácie pôdnej úrodnosti a k zaradeniu perspektívneho pôdneho kondicionéra domáceho pôvodu na báze humínových kyselín – HUMAC Agro do testovania v rámci poľných stacionárnych pokusov na CVRV Piešťany – VÚA Michalovce a následne k potrebe realizátorského uplatnenia. Predkladaný príspevok dokumentuje poloprevádzkové výsledky priameho a reziduálneho efektu HUMACu Agro na sledované pôdne vlastnosti, ktoré sa dosiahli v poľných podmienkach na Východoslovenskej nížine v hospodárskych rokoch 2010/11 až 2012/13. Ide o oficiálne výsledky realizátorskej spolupráce týkajúce sa rezortnej (MPRV SR) úlohy výskumu a vývoja na roky 2010 – 2012 riešenej na CVRV Piešťany – VÚA Michalovce v rámci „Nového modelu vedy a výskumu v rezorte Ministerstva pôdohospodárstva a rozvoja vidieka SR“ s názvom: „Výskum agroekologických aspektov udržateľných poľnohospodárskych systémov z hľadiska socioekonomického vývoja a klimatickej zmeny“.

Rozdielny systém hospodárenia na pôde ovplyvňuje pôdnu úrodnosť a preto sme zamerali svoju pozornosť na štúdium zmien pôdnych parametrov vplyvom pôsobenia pôdnych pomocných látok na báze humínových kyselín. Humínové kyseliny, ktoré sú súčasťou pôdneho kondicionéra HUMAC Agro majú fyzikálny, chemický a biologický vplyv na pôdu. Fyzikálny vplyv sa prejavuje tým, že humínové kyseliny sa podieľajú na fyzikálnej úprave štruktúry pôdy, zamedzujú vzniku pôdnych prasklín a pôdnej erózií schopnosťou zlučovať koloidy. Napomáhajú prevzdušňovaniu pôdy a zlepšeniu pôdnej spracovateľnosti. Chemický vplyv sa prejavuje tým, že humínové kyseliny regulujú hodnoty pôdnej reakcie, zlepšujú a optimalizujú príjem živín a vody rastlinami. Udržujú vo vode rozpustné minerálne hnojivá v oblasti koreňovej zóny, zabraňujú ich vyplavovaniu a zvyšujú využívanie dusíka rastlinami. Biologický vplyv sa prejavuje tým, že humínové kyseliny biologicky stimulujú rastliny a aktivitu mikroorganizmov. Pôsobia ako organické katalyzátory v mnohých biologických procesoch.

Humínové kyseliny sú považované za najdôležitejšiu zložku zdravej úrodnej pôdy a majú zásadný význam pre udržanie života v pôde (Koroncziová, 2013).

Použitý prípravok HUMAC Agro je oxihumolit s vysokým obsahom humínových kyselín, čo je istý druh hnedého uhlia. Vplyv jeho aplikácie na parametre pôdnej úrodnosti a úrody plodín sledovali Tóth et al. (2013). Aplikáciu ďalších prípravkov na báze hnedého zoxidovaného uhlia na zlepšenie pôdnych vlastností a zvýšenie úrody sledovali Kirejčeva, Chochlova (2002), Kubirev (2004), Nadočij (2005) a iní. Koroncziová (2013) potvrdila, že aj hnojivá so stimulačným účinkom na báze glukohumátov aplikované v rôznych pôdno-klimatických podmienkach dokážu zvýšiť úrody pestovaných plodín v priemere o 15 – 20 %.

MATERIÁL A METÓDA

Priamy a reziduálny efekt prípravku na báze humínových kyselín HUMAC Agro na vybrané pôdne vlastnosti bol testovaný v poľných poloprevádzkových podmienkach subjektov poľnohospodárskej prvovýroby:

- GAMA - PD, Pavlovce nad Uhom, parcela FARSKÉ, poloprevádzka, modelové plodiny: 2010/11 – slnečnica ročná, 2011/12 – pšenica ozimná, 2012/13 – repka ozimná;

- ZELENINA, s.r.o, Jastrabie pri Michalovciach, parcela BLATÁ, poloprevádzka, modelové plodiny: 2010/11 – kukurica na zrno, 2011/12 – kukurica na zrno, 2012/13 – slnečnica ročná;

- E. ŠŤASTNÁ, fyzická osoba, Vysoká nad Uhom, parcela MAJER, maloparcelka, modelové plodiny: 2010/11 – paprika zeleninová, 2011/12 – jačmeň jarný; 2012/13 – zelený úhor.

Bližšia špecifikácia pestovateľských a pôdnoklimatických podmienok je uvedená v práci kolektívu Tóth et al. (2012). Pôdne vzorky (z hĺbky 0 – 0,3 m) boli z parcel odobraté koncom marca 2011, resp. koncom marca 2012 a v polovici apríla 2013 – t.j. ide o stav pred samotnou realizáciou, resp. prvý a druhý rok po aplikácii prípravku HUMAC Agro. Prípravok HUMAC Agro bol aplikovaný iba na začiatku vegetačného obdobia v roku 2011. Odobraté pôdne vzorky boli chemicky analyzované v laboratóriu CVRV – VÚA Michalovce.

V porušených vzorkách pôdy bol Kjehldahlovou metódou stanovený celkový dusík (Hraško et al., 1962), kolorimetricky amoniakálny a dusičnanový dusík (Hraško et al., 1962), metódou Mehlich III. prístupný fosfor, draslík, vápnik a horčík (Hrivňáková, Makovníková et al., 2011), potenciometricky hodnoty pôdnej reakcie (Hrivňáková, Makovníková et al., 2011), Ťurinovou metódou obsah pôdneho organického uhlíka a humusu (Hraško et al., 1962), Godlinovou metódou resp. prepočtom sorpčné parametre pôdy (Hraško et al., 1962).

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Po aplikácii kondicionéra HUMAC Agro v poloprevádzkových pokusoch došlo k zmene vybraných chemických parametrov pôdy. Medzi hodnotenými rokmi boli pri niektorých parametroch pôdy zistené vysoké diferencie, ktoré pravdepodobne nesúvisia len s aplikáciou testovaného kondicionéra, ale aj s veľkou plochou pôdy v prevádzkových podmienkach v porovnaní s podmienkami výskumnými.

Na obidvoch sledovaných variantoch na hone FARSKÉ medzi hodnotenými rokmi 2011 a 2013 bolo zistené zvýšenie humusu v pôde (tabuľka 1). Naopak na honoch BLATÁ a MAJER došlo k poklesu humusu v pôde (tabuľky 2 a 3). Z hľadiska hodnotených variantov výživy sme po aplikácii kondicionéra HUMAC Agro na hone FARSKÉ zaznamenali nárast humusu vyšší o 0,35 % než na neošetrenej kontrole. Podobne pozitívny vplyv kondicionéra HUMAC Agro bol aj na hone BLATÁ, kde po jeho aplikácii bol pokles obsahu humusu v pôde o 0,23 % nižší než na kontrole neošetrenej kondicionérom. Na hone MAJER pokles humusu v pôde bol na obidvoch variantoch hnojenia podobný. V jednotlivých rokoch na sledovaných honoch sa obsah humusu vyskytoval v rozmedzí malej až strednej zásoby (Fecenko, Ložek, 2000).

Zmeny obsahu celkového dusíka v pôde boli porovnávané v rokoch 2011 a 2012. Na monitorovaných prevádzkových plochách zmeny obsahov celkového dusíka neboli jednoznačné. Na hone FARSKÉ neboli zaznamenané zmeny celkového dusíka, na hone BLATÁ bolo po aplikácii kondicionéra HUMAC Agro zaznamenané zvýšenie a na hone MAJER naopak pokles obsahu celkového dusíka v porovnaní s neošetrenej kontrolou.

Z hľadiska kritérií pre hodnotenie výsledkov chemických rozborov orných pôd (Vyhláška MP SR č. 338/2005 Z. z.) patria sledované hony k pôdam s nízkou až veľmi vysokou zásobou prístupných živín (fosfor, draslík, vápnik, horčík). Medzi hodnotenými rokmi boli aj pri obsahoch prístupných živín v pôde zistené vysoké diferencie. Medzi rokmi 2011 a 2013 sme na hone FARSKÉ po aplikácii pôdneho kondicionéra zistili zvýšenie prístupného fosforu a draslíka v porovnaní s neošetrenej kontrolou. Vplyv pôdneho kondicionéra HUMAC Agro na honoch BLATÁ a MAJER nebol pozitívny. Aplikácia pôdneho kondicionéra HUMAC Agro mala na monitorovaných honoch lepší vplyv aj na zmeny obsahov prístupného horčíka oproti neošetrenej kontrole.

Výmenná pôdna reakcia na hone FARSKÉ bola v slabo kyslej až kyslej oblasti, pre hon BLATÁ bola charakteristická silne kyslá až slabo kyslá pôdna reakcia a pre hon MAJER slabo kyslá až neutrálna. Použitie pôdneho kondicionéra HUMAC Agro na honoch FARSKÉ a MAJER pozitívnejšie ovplyvnilo zmeny hodnôt výmennej pôdnej reakcie v porovnaní s neošetrenej kontrolou. Naopak na hone BLATÁ bolo zvýšenie hodnôt výmennej pôdnej reakcie vyššie pri neošetrenej kontrole.

Tabuľka 1: Výsledky chemických analýz pôdnych vzoriek na hone FARSKÉ

Parameter	Jednotka	2011		2012		2013	
		HUMAC Agro	Kontrola	HUMAC Agro	Kontrola	HUMAC Agro	Kontrola
celkový dusík	[%]	0,120	0,126	0,117	0,125	-	-
amoniakálny dusík	[mg.kg ⁻¹]	8,6	7,6	11,4	15,4	12,2	14,5
dusičnanový dusík	[mg.kg ⁻¹]	5,8	5,3	12,2	15,1	3,5	3,4
anorganický dusík (N _{an.})	[mg.kg ⁻¹]	14,4	12,9	23,6	30,5	15,7	17,9
	hodnotenie	*	*	*	*	*	*
prístupný fosfor (P)	[mg.kg ⁻¹]	47,4	53,2	109,6	76,8	192,2	55,7
	hodnotenie	N	Vh	V	D	VV	Vh
prístupný draslík (K)	[mg.kg ⁻¹]	248,4	298,0	298,3	206,9	540,2	232,7
	hodnotenie	D	D	D	D	VV	Vh
prístupný vápnik (Ca)	[mg.kg ⁻¹]	2686,9	2514,7	2469,4	2009,0	3197,0	3513,0
	hodnotenie	D	D	D	Vh	D	D
prístupný horčík (Mg)	[mg.kg ⁻¹]	340,5	438,4	350,2	419,7	518,4	487,1
	hodnotenie	VV	VV	VV	VV	VV	VV
pH/KCl		6,07	6,39	6,10	6,14	5,74	5,35
	hodnotenie	SIK	SIK	SIK	SIK	SIK	K
organický uhlík (C _{ox.})	[%]	1,07	1,08	1,13	1,05	1,75	1,56
humus	[%]	1,83	1,85	1,95	1,80	3,01	2,68
	hodnotenie	M	M	M	M	S	S
suma výmenných katiónov	[mval.100g ⁻¹]	20,4	24,4	22,8	18,0	-	-
výmenná sorpčná kapacita	[mval.100g ⁻¹]	21,1	25,0	24,4	19,6	-	-
	hodnotenie	S	V	S	S	-	-
stupeň nasýtenia sorpčného komplexu	[%]	96,7	97,6	93,4	91,8	-	-
	hodnotenie	PN	PN	PN	PN	-	-

pre P, K, Ca, Mg: N – nízky obsah, Vh – vyhovujúci obsah, D – dobrý obsah, V – vysoký obsah, VV – veľmi vysoký obsah; pre pH/KCl: K – kyslá, SIK – slabokyslá; pre humus: M – malý obsah, S – stredný obsah; pre sumu výmenných katiónov: S – stredná zásoba, V – vysoká zásoba; stupeň nasýtenia sorpčného komplexu: PN – plne nasýtený; * – dobrý obsah pre dané vegetačné obdobie

Tabuľka 2 Výsledky chemických analýz pôdnych vzoriek na hone BLATÁ

Parameter	Jednotka	2011		2012		2013	
		HUMAC Agro	Kontrola	HUMAC Agro	Kontrola	HUMAC Agro	Kontrola
celkový dusík	[%]	0,138	0,172	0,151	0,160	-	-
amoniakálny dusík	[mg.kg ⁻¹]	9,0	8,9	8,7	8,3	12,2	10,1
dusičnanový dusík	[mg.kg ⁻¹]	5,8	4,9	3,7	4,1	3,6	9,0
anorganický dusík (N _{an.})	[mg.kg ⁻¹]	14,8	13,8	12,4	12,4	15,8	19,1
	hodnotenie	*	*	*	*	*	*
prístupný fosfor (P)	[mg.kg ⁻¹]	19,2	4,8	43,4	10,2	73,7	198,4
	hodnotenie	N	N	Vh	N	Vh	VV
prístupný draslík (K)	[mg.kg ⁻¹]	363,5	228,8	415,1	216,7	303,1	458,1
	hodnotenie	D	Vh	V	Vh	D	V
prístupný vápnik (Ca)	[mg.kg ⁻¹]	3162,6	3842,8	3075,7	3600,7	2608	2584
	hodnotenie	D	D	D	D	S	S
prístupný horčík (Mg)	[mg.kg ⁻¹]	469,7	579,2	432,0	539,0	385,8	443,7
	hodnotenie	V	VV	V	VV	V	V
pH/KCl		5,12	4,89	5,18	5,02	6,23	6,47
	hodnotenie	K	SK	K	SK	SIK	SIK
organický uhlík (C _{ox.})	[%]	1,28	1,58	1,32	1,34	1,10	1,28
humus	[%]	2,20	2,72	2,26	2,31	1,90	2,19
	hodnotenie	S	S	S	S	M	S
suma výmenných katiónov	[mval.100g ⁻¹]	21,6	26,0	26,4	26,8	-	-
výmenná sorpčná kapacita	[mval.100g ⁻¹]	24,0	28,9	29,4	30,4	-	-
	hodnotenie	S	V	V	V	-	-
stupeň nasýtenia sorpčného komplexu	[%]	90,0	90,0	89,8	88,2	-	-
	hodnotenie	PN	PN	N	N	-	-

pre P, K, Ca, Mg: N – nízky obsah, Vh – vyhovujúci obsah, D – dobrý obsah, V – vysoký obsah, VV – veľmi vysoký obsah; pre pH/KCl: SK – silne kyslá, K – kyslá, SIK – slabokyslá; pre humus: M – malý obsah, S – stredný obsah; pre sumu výmenných katiónov: S –

stredná zásoba, V – vysoká zásoba; stupeň nasýtenia sorpčného komplexu: P – nasýtený, PN – plne nasýtený; * – dobrý obsah pre dané vegetačné obdobie

Tabuľka 3 Výsledky chemických analýz pôdnych vzoriek na hone MAJER

Parameter	Jednotka	2011		2012		2013	
		HUMAC Agro	Kontrola	HUMAC Agro	Kontrola	HUMAC Agro	Kontrola
celkový dusík	[%]	0,182	0,106	0,141	0,139	-	-
amoniakálny dusík	[mg.kg ⁻¹]	-	-	9,6	9,7	9,1	8,9
dusičnanový dusík	[mg.kg ⁻¹]	-	-	8,8	8,0	2,1	4,0
anorganický dusík (N _{an})	[mg.kg ⁻¹]	-	-	18,4	17,7	11,2	12,9
	hodnotenie	-	-	*	*	*	*
prístupný fosfor (P)	[mg.kg ⁻¹]	113,2	157,0	121,1	93,0	50,7	71,5
	hodnotenie	D	V	V	D	Vh	Vh
prístupný draslík (K)	[mg.kg ⁻¹]	262,8	273,9	228,8	238,4	145,6	171,8
	hodnotenie	D	D	D	D	Vh	Vh
prístupný vápnik (Ca)	[mg.kg ⁻¹]	2867	2583,4	2743,9	2798,6	2713	2076
	hodnotenie	D	D	D	D	D	S
prístupný horčík (Mg)	[mg.kg ⁻¹]	380,3	376,3	368,2	403,2	398,6	298,5
	hodnotenie	VV	VV	VV	VV	VV	V
pH/KCl		6,07	6,40	6,18	6,39	6,64	6,70
	hodnotenie	SIK	SIK	SIK	SIK	N	N
organický uhlík (C _{ox})	[%]	1,52	1,47	1,50	1,44	1,10	1,12
humus	[%]	2,62	2,53	2,62	2,48	1,90	1,92
	hodnotenie	S	S	S	S	M	M
suma výmenných katiónov	[mval.100g ⁻¹]	-	-	24,8	25,2	-	-
výmenná sorpčná kapacita	[mval.100g ⁻¹]	-	-	26,2	26,4	-	-
	hodnotenie	-	-	V	V	-	-
stupeň nasýtenia sorpčného komplexu	[%]	-	-	94,7	95,5	-	-
	hodnotenie	-	-	PN	PN	-	-

pre P, K, Ca, Mg: Vh – vyhovujúci obsah, D – dobrý obsah, V – vysoký obsah, VV – veľmi vysoký obsah; pre pH/KCl: SIK – slabokyslá, N – neutrálna; pre humus: M – malý obsah, S – stredný obsah; pre sumu výmenných katiónov: M – malý obsah, S – stredný obsah; pre sumu výmenných katiónov: V – vysoká zásoba; stupeň nasýtenia sorpčného komplexu: PN – plne nasýtený; * – dobrý obsah pre dané vegetačné obdobie

ZÁVER

Predkladaná práca hodnotí priamy a reziduálny efekt prípravku na báze humínových kyselín HUMAC Agro na vybrané pôdne vlastnosti v poloprevádzkových podmienkach, pričom je zahrnuté trojročné obdobie (2010/11 – 2012/13). V rámci hodnoteného trojročného obdobia je pre dosiahnuté výsledky príznačná výrazná variabilita v hodnotách sledovaných pôdnych ukazovateľov. Pozitívny efekt pôdneho kondicionéra HUMAC Agro bol vo väčšine prípadov spojený so zmenami obsahu prístupného fosforu v pôde, respektíve jeho zvyšovaním. Vyššiu mieru premenlivosti pri hodnotách iných sledovaných pôdnych parametrov dávame do súvisu so samotnými poloprevádzkovými podmienkami, ako aj s pozitívnym vplyvom HUMACu Agro na úrody pestovaných plodín a tým aj vyšším čerpaním živín z pôdy.

Pod'akovanie : Predkladaná práca vznikla za podpory rezortnej (MPRV SR) úlohy výskumu a vývoja na roky 2010 – 2012 s názvom „VÝSKUM AGROEKOLOGICKÝCH ASPEKTOV UDRŽATELNÝCH POĽNOHOSPODÁRSKYCH SYSTÉMOV ZHLADISKA SOCIOEKONOMICKÉHO VÝVOJA A KLIMATICKEJ ZMENY“.

LITERATÚRA

- FECENKO, J. – LOŽEK, O. 2000. Výživa a hnojenie poľných plodín. 1. vyd. Nitra : SPU Nitra, 2000. 452 s. ISBN 80-7137-777-5
- HRAŠKO, J. et al. 1962. Rozbory pôd. Bratislava : SVPL, 1962. 342 s.
- 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
- NADTOČIJ, I.A. 2005. Agroekologičeskaja effektivnost' primenenija sapropelja v kačestve malioranta zagrjaznennoj kadmiej dernovo-podzolistoj počvy : Dissert. rabota na soiskanieje učennoj stepeni kandidata sel'.-choz. nauk po VAK 06.01.04. Velikie Luki, 2005, 153 s.
- KIREJČEVA, L.V. – CHOCHLOVA, O.B. 2002. Ispol'zovanie sapropelej v kačestve kondicionerov osadkov stočnych vod. In: Agrochimičeskij vestnik, 2002, č. 4, s.33-35.

- KIBIREV, K.V. 2004. Formirovanije urožajnosti zerna kukuruzy pri ispol'zovaniji organo-mineral'nych udobrenij v uslovijach Zejsko-Bureinskoj revniny : Dissert. rabota na soiskanije učennoj stepeni kandidata sel'.choz. nauk po VAK 06.01.04. Barnaul, 2004.
- KORONCZIOVÁ, L. 2013. Racionálna výživa rastlín. In: Naše pole, roč. 17, 2013, č. 10, s. 28-29.
- TÓTH, Š. – STRIČÍK, M. 2009. Analýza systémového vývoja vnútornej štruktúry Slovenského pred - a potransformačného poľnohospodárstva parametrami uhlíkovej bilancie. In: Integrovaný manažment pôdy a vody v poľnohospodársky využívanvej krajine : Zborník. Nitra : SAPV, 2009, č. 66, s.107-114. ISBN 978-80-89162-42-0
- TÓTH, Š. – ŽOLNA, M. – ARVAIOVÁ, A. – BORKO, P. – ŠŤASTNÁ, E. 2012. Úrodový efekt prípravku HUMAC Agro v poľných podmienkach realizátorskej praxe. In: Pestovateľské technológie a ich význam pre prax : Zborník príspevkov z III. medzinárodnej vedeckej konferencie. Piešťany : CVRV, 2012, s. ISBN 978-80-89417-44-5
- TÓTH, Š. – ŠOLTYSOVÁ, B. – DANILOVIČ, M. – KOVÁČ, L. – HNÁT, A. – KOTOROVÁ, D. – ŠARIKOVÁ, D. – JAKUBOVÁ, J. – BALLA, P. – ŠTYRIAK, I. – ŠTYRIAKOÁ, I. 2013. Význam a efekt pôdnych zlepšovačov rôzneho typu pri ich použití v podmienkach diferencovanej intenzity obrábania pôd. 1. vyd. Piešťany : CVRV – Výskumný ústav agroekológie Michalovce, 2013. 112 s. ISBN 978-80-89417-46-9
- Vyhláška MP SR č. 338/2005 Z. z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti o postupe pre odber pôdnych vzoriek, spôsobe a rozsahu vykonávania agrochemického skúšania pôd, zisťovania pôdnych vlastností lesných pozemkov a o vedení evidencie hnojenia pôdy a stavu výživy rastlín na pôdohospodárskej pôde a na lesných pozemkoch.

Kontaktná adresa:

Ing. Štefan Tóth, PhD., Ing. Božena Šoltysová, PhD., Ing. Pavol Porvaz, PhD., Centrum výskumu rastlinnej výroby – Výskumný ústav agroekológie Michalovce, Špitálska 1273, 071 01 Michalovce
Email: toth@minet.sk, soltysova@minet.sk, porvaz@minet.sk

PRODUKCIA FYTOMASY VYUŽÍVANEJ ALUVIÁLNEJ LÚKY

Production dry matter of alluvial meadow

VLADIMÍRA VARGOVÁ – ZUZANA KOVÁČIKOVÁ – MILAN MICHALEC

Centrum výskumu rastlinnej výroby Piešťany – Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva Banská Bystrica

The purpose of this study was to evaluate the impact of rate and proportion of long term fertilization on the production of a grass sward on an alluvial meadow. A field experiment was established in the western part of the Zvolenská kotlina basin at 350 m a.s.l. The experiment consisted of 10 treatments of fertilization: unfertilized grass swards, PK fertilized grass swards and grass swards fertilized 50, 100, 150 and 200 kg.ha⁻¹ N in two nutrient ratios 1 : 0.3 : 0.8 and 1 : 0.15 : 0.4. Grass swards were cut three times while a dry matter yield of a grass sward were determined at each cut. Application of fertilizers had an effect on DM yield. The rate of 200 kg N.ha⁻¹ with a ratio of 1 : 0.3 : 0.8 produced the highest DM yields (11.61 t/ha). The treatments with a ratio of 1 : 0.3 : 0.8 was highest DM yield as compared to the other monitored ratio. Averaged over the study period, the production efficiency of N + PK fertilizers and nitrogen was highest (38.00 kg of DM) in the treatment receiving an N rate of 50 kg with a nutrient ratio of 1 : 0.3 : 0.8. Crude protein and fibre content increased with increasing nitrogen rates.

Key words: alluvial meadow, fertilization, production, grass sward

ÚVOD

Trávne porasty majú vysokú produkčnú schopnosť, ktorá vyplýva z toho, že zmiešané spoločenstvo komplexnejšie využíva pôdny priestor na príjem vody a živín i nadzemný priestor pre zachytávanie slnečnej energie. Pre fotosyntézu a príjem živín využívajú celé vegetačné obdobie a čiastočne i mimovegetačné obdobie, pretože majú po celý rok k dispozícii zelenú listovú plochu. To má osobitný význam v podhorských a horských oblastiach s kratším vegetačným obdobím (Holúbek *et al.*, 2007; Novák, 2008).

Hnojenie na trávnych porastoch je jeden z rozhodujúcich činiteľov zúrodňovania. Úroveň hnojenia významne ovplyvňuje druhové zloženie porastov a tým kvalitatívnu a kvantitatívnu stránku produkcie (Michalec, 2001). Konečný efekt správneho hnojenia nezáleží len od úrovne dosiahnutých úrod a kvality krmu, ale i od správneho využívania porastov, a najmä od zhodnotenia krmu v živočíšnej výrobe (Jančovič *et al.*, 2006).

MATERIÁL A METÓDY

Pokus bol založený vo Veľkej Lúke v roku 1961 blokovou metódou v štyroch opakovaníach s veľkosťou pokusnej parcely 32 m² v západnej časti Zvolenskej kotliny v nadmorskej výške 350 m. Uvádzame výsledky za obdobie rokov 2010 – 2012. Trávny porast bol charakterizovaný z fytoecologického hľadiska ako zväz *Alopecurion pratensis*. Dlhodobý priemer zrážok za vegetáciu je 432,8 mm a za rok 802,2 mm. Priemerná denná teplota vzduchu za rok je 9,2 °C a za vegetáciu 16,0 °C.

Pokus pozostáva z desiatich variantov s rôznou úrovňou hnojenia (Tab. 1). Na začiatku vegetačného obdobia bol aplikovaný v celej dávke fosfor, draslík a 65% dusíka z celkového množstva. Druhá dávka N bola dodaná po prvej kosbe. Porasty sa využívali tromi kosbami – 1. kosba – začiatok klasenia prevládajúcich druhov tráv, 2. kosba – 6 až 8 týždňov po 1. kosbe, 3. kosba - 8 až 10 týždňov po predchádzajúcej.

Tabuľka 1: Varianty pokusu

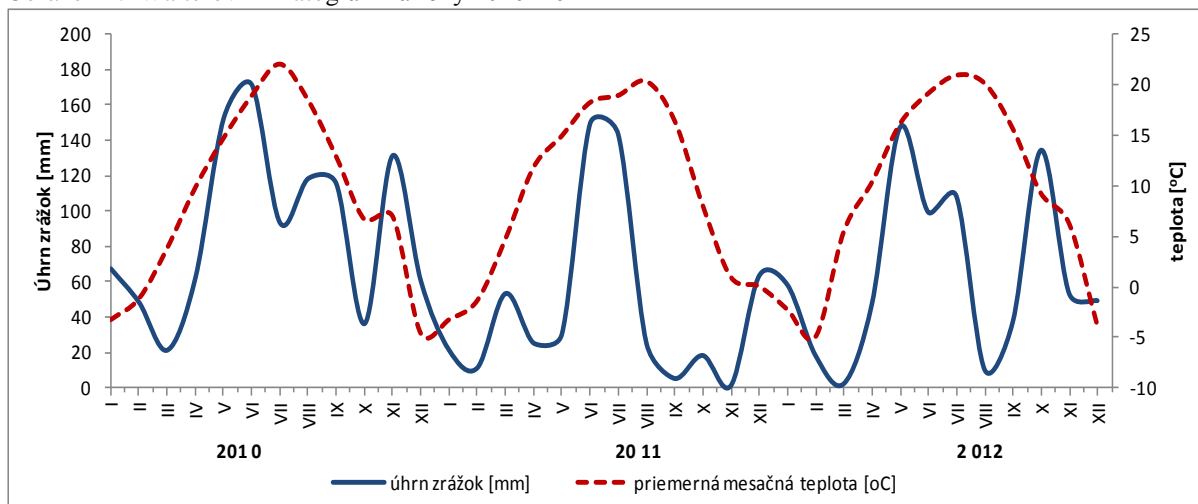
Varianty/ dodané živiny (kg.ha ⁻¹)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
			Pomer živín							
			1 : 0,30 : 0,8				1 : 0,15 : 0,4			
N	0	0	50	100	150	200	50	100	150	200
P	0	22	15	30	45	60	7,5	15	22,5	30
K	0	41,5	40	80	120	160	20	40	60	80

Stanovili sme produkciu sušiny a vypočítali sme produkčnú účinnosť dodaných živín podľa vzťahu: PÚ= (úroda hnojeného porastu - úroda nehnojeného porastu)/ dávka NPK hnojív. Vo vzorkách fytomasy sa laboratórne stanovil obsah dusíkatých látok (Kjeldahl metóda (Nx6,25), vlákničky (Hennenberg-Stohmann), P, K, Ca, Mg, Na podľa STN 46 7093.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Rok 2010 bol vlhkosťne nadnormál a počas vegetačného obdobia bol úhrn zrážok o 263 mm vyšší ako v roku 2012. Najnižší úhrn zrážok bol v roku 2011 (377 mm). V roku 2010 v júli (171 mm) a v máji (152 mm) sa zaznamenalo najvyššie množstvo zrážok, pričom v roku 2011 to bolo v júni a júli (149 a 143 mm). Jarné a jesenné mesiace roku 2011 a jarné a letné mesiace roku 2012 boli charakteristické najnižšími úhrnmi zrážok (Obrázok 1). Walterov klimatogram poukazuje na obdobie kedy teploty dominovali nad zrážkami a krivka úhrnu klesla pod krivku priemerných denných teplôt. Priemerná teplota vzduchu v roku 2012 počas vegetačného obdobia bola vyššia o 0,7 °C ako v roku 2010.

Obrázok 1: Walterov klimatogram za roky 2010–2012



Produkcia sušiny v roku 2010 bola najnižšia na nehnojenom variante (8,40 t.ha⁻¹). Najvyššia produkcia sušiny 16,49 t.ha⁻¹ bola na variante 6 s pomerom živín 1 : 0,3 : 0,8. Varianty 5 a 6 (s 50 a 100 kg dávkou hnojenia) s pomerom živín 1 : 0,3 : 0,8 mali vyššiu produkciu sušiny ako rovnaké varianty s pomerom živín 1 : 0,15 : 0,4. Rok 2010 mal preukazný vplyv na produkciu sušiny. V roku 2011 sa produkcia sušiny znížila. Najnižšia sa zistila na nehnojenom variante (4,97 t.ha⁻¹). Varianty s pomerom živín 1 : 0,3 : 0,8 poskytli vyššiu produkciu sušiny ako varianty s druhým pomerom živín (Tab. 2). Najvyššia produkcia sušiny sa zaznamenala na variante 6 s najvyššou dávkou dusíka a pomerom živín 1 : 0,3 : 0,8. Vplyvom meteorologických podmienok v roku 2012 sa produkcia sušiny výrazne znížila, najnižšia bola na variante 1 (3,49 t.ha⁻¹). Aj v tomto roku bola vyššia produkcia sušiny na variantoch s pomerom 1 : 0,3 : 0,8 a najvyššia bola na variante 5 (150 kg dávkou N).

Tabuľka 2: Priemerná produkcia sušiny v t.ha⁻¹ v rokoch 2010 - 2012

Variant	2010 t.ha ⁻¹	2011 t.ha ⁻¹	2012 t.ha ⁻¹	Priemer rokov
1	8,40	4,97	3,49	5,62 ^a
2	9,73	6,93	3,49	6,72 ^{ab}
3	11,36	7,36	3,95	7,56 ^{ab}
4	12,91	7,58	5,80	8,76 ^{ab}
5	11,32	10,26	8,58	10,05 ^{ab}
6	16,49	10,45	7,00	11,61 ^b
7	9,64	7,15	3,30	6,70 ^{ab}
8	9,00	8,63	4,98	7,54 ^{ab}
9	13,36	7,83	5,68	8,96 ^{ab}
10	13,28	8,51	5,85	9,21 ^{ab}

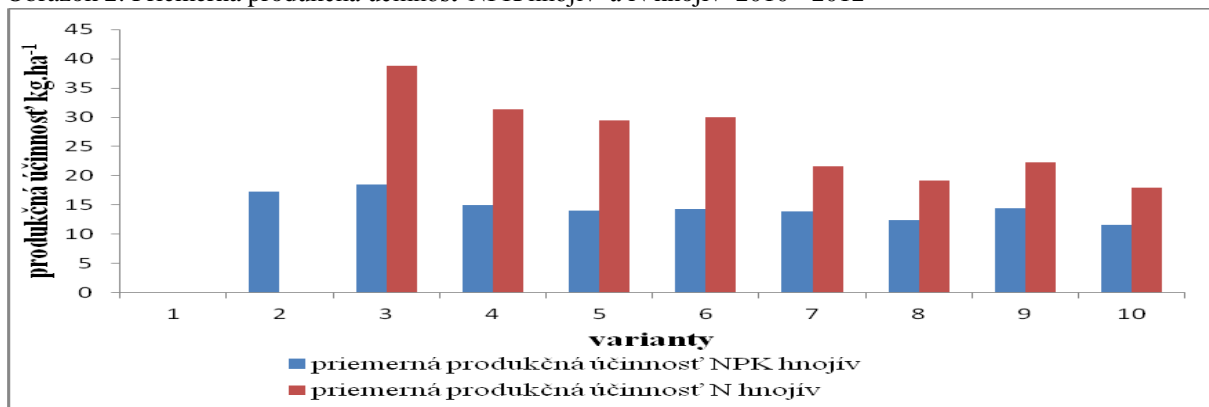
Rozdielne indexy znamenajú štatisticky preukazné rozdiely medzi úrovňami faktorov (Tukey *t*-test, *P* = 0,05)

V priemere rokov a kosieb mal najnižšiu produkciu sušiny (5,62 t.ha⁻¹) nehnojený variant. Hnojenie dusíkom zvyšovalo produkciu sušiny vo všetkých kosbách a rokoch (Velich, 1986, Holúbek, 1991, Glaba, 2011). Vyššiu produkciu sušiny v priemere rokov a kosieb vyprodukovali varianty s pomerom živín 1 : 0,3 : 0,8 v porovnaní s variantmi s pomerom 1 : 0,15 : 0,3 (Tab. 2). Na variante s najvyššou dávkou dusíka a pomerom živín 1 : 0,3 : 0,8 (variant 6) sa zistila najvyššia produkcia sušiny, a to 11,61 t.ha⁻¹, čo sa aj

štatisticky preukazne potvrdilo ($P < 0,05$). K podobným výsledkom, s maximálnou dávkou dusíka $240 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ dospel na pokusoch v Chvojnici aj Vozár (2009). V roku 2012 bola produkcia sušiny najnižšia, čo sa aj štatisticky preukazne potvrdilo ($P < 0,05$).

Produkčná účinnosť NPK hnojív sa zvýšila na variante 2 v priemere rokov o $17,32 \text{ kg}$ sušiny (Obrázok 2). Vyššiu produkčnú účinnosť NPK hnojív sme zaznamenali na variantoch s nižšími dávkami dusíka (50 a 100 kg) s pomerom živín $1 : 0,3 : 0,8$. Ježíková, Lihán (1997) a Vargová (2012) uvádzajú, že pomer $1 : 0,15 : 0,4$ mal vyššiu účinnosť.

Obrázok 2: Priemerná produkčná účinnosť NPK hnojív a N hnojív 2010 - 2012



Najvyššia produkčná účinnosť dusíka ($38,80 \text{ kg}$ sušiny) v priemere rokov bola na variante 3 s pomerom živín $1 : 0,3 : 0,8$. Nižšiu produkčnú účinnosť N sme zaznamenali na variantoch so 100 kg a 200 kg dávkou dusíka s pomerom živín $1 : 0,15 : 0,4$. Michalec *et al.* (2007) a Kohoutek *et al.* (2002) potvrdili naše výsledky, že vyššiu produkčnú účinnosť mali varianty s pomerom živín $1 : 0,3 : 0,8$. Vozár (2009) pri pokusoch v Chvojnici (1997 – 1999) zistil zvýšenie účinnosti v priemere o $15,27 \text{ kg}$ sušiny pri dodaní $60 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$. Ďalším zvyšovaním dávok účinnosť klesala, z čoho vyplýva, že každoročná aplikácia týchto dávok je na danom stanovišti neúčinná. Štatisticky preukazný vplyv úrovne dávok hnojenia sa nepotvrdil. Potvrdil sa vysokopreukazný ($P < 0,05$) vplyv ročníka 2010.

Jančovič *et al.* (2006), Fecenko a Ložek, (2000) a Frank, (2008) uvádzajú, že obsah živín v sušine trávnych porastov klesá so znižovaním prístupných živín v pôde a klesá so zvyšovaním úrod. Najnižší obsah dusíkatých látok v priemere rokov a kosieb sa zistil na nehnojenom variante $110,42 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ (Tab. 3). Na variantoch s pomerom $1 : 0,3 : 0,8$ bol vyšší obsah NL ako na variantoch s druhým pomerom, čo sa štatisticky preukazne nepotvrdilo ($P < 0,05$). Rok 2011 ovplyvnil obsah dusíkatých látok preukazne ($P < 0,05$). Nerušil *et al.* (2007) uvádza, že koncentrácia živín v krme sa znižuje stupňovaným hnojením dusíkom a zvyšuje frekvenciu kosenia.

Koncentrácia fosforu bola najvyššia v priemere rokov a kosieb na variante 2 ($3,40 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$). Varianty s pomerom $1 : 0,3 : 0,8$ mali vyššiu koncentráciu fosforu, draslíka a varianty s pomerom $1 : 0,15 : 0,4$ zaznamenali vyššiu koncentráciu vápnika, horčíka a sodíka. Najvyššia koncentrácia vápnika sa zistila na variante 3 ($12,73 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$). Potvrdilo sa zvyšovanie koncentrácie Ca, Mg a znižovanie koncentrácie K od prvej k tretej kosbe pri trojkosnom využívaní trávneho porastu. K zvyšovaniu obsahu Mg s intenzívnym dusíkatým hnojením dospel aj Lichner (1977) a Jančovič (1997), ale v našich výsledkoch to platí len pri dávkach 100 až $200 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ s pomerom živín $1 : 0,3 : 0,8$. Najvyšší obsah Na ($0,89 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$) sa zistil na variante 8, čo sa aj štatisticky potvrdilo. K rovnakým záverom dospela aj Vargová (2012). Vplyv poradia druhej a tretej kosby bol významný ($P < 0,5$) pri koncentráciách fosforu, vápnika a sodíka. Štatisticky preukazný najvyšší obsah draslíka sa zistil v prvej kosbe.

Tabuľka 3: Priemerný obsah organických a minerálnych látok v rokoch 2010 - 2012

Variant	Vláknina g.kg ⁻¹	N- látky g.kg ⁻¹	P g.kg ⁻¹	K g.kg ⁻¹	Ca g.kg ⁻¹	Mg g.kg ⁻¹	Na g.kg ⁻¹
1	224,95 ^a	110,42 ^a	2,05 ^a	14,07 ^a	12,19 ^{cd}	3,87 ^{ab}	0,72 ^{abc}
2	240,05 ^a	116,19 ^a	3,40 ^f	16,25 ^{ab}	12,69 ^d	3,83 ^{ab}	0,53 ^{ab}
3	248,48 ^a	118,70 ^a	2,89 ^{ce}	16,61 ^{ab}	12,73 ^d	3,01 ^b	0,62 ^{abc}
4	252,11 ^a	124,41 ^a	3,25 ^{ef}	17,84 ^{abc}	10,59 ^{ad}	3,36 ^{ab}	0,53 ^{ab}
5	272,66 ^a	122,99 ^a	3,15 ^{ef}	19,39 ^{bc}	9,38 ^{abc}	5,34 ^{ab}	0,45 ^a
6	262,22 ^a	122,84 ^a	3,18 ^{ef}	22,50 ^c	8,31 ^a	2,99 ^a	0,52 ^{ab}
7	234,53 ^a	114,23 ^a	2,25 ^{ab}	14,41 ^{ab}	12,60 ^d	3,79 ^{ab}	0,89 ^c
8	246,03 ^a	113,34 ^a	2,49 ^{abc}	14,51 ^{ab}	11,39 ^{cd}	3,45 ^{ab}	0,79 ^{bc}
9	252,99 ^a	110,88 ^a	2,62 ^{bc}	15,45 ^{ab}	10,11 ^{cd}	3,18 ^{ab}	0,74 ^{abc}
10	268,38 ^a	120,89 ^a	2,78 ^{ce}	17,12 ^{ab}	8,79 ^{ab}	3,16 ^{ab}	0,73 ^{abc}

Rozdielne indexy znamenajú štatisticky preukazné rozdiely medzi úrovňami faktorov (Tukey *t*-test, *P* = 0,05)

ZÁVERY

- Najvyššia produkcia sušiny za sledované obdobie bola na variante 6 s najvyššou dávkou dusíka a pomerom živín 1 : 0,30 : 0,8 (priemer za 3 roky 11,61 t.ha⁻¹). Varianty s pomerom živín 1 : 0,3 : 0,8 mali vyššiu produkciu sušiny ako varianty s pomerom živín 1 : 0,15 : 0,4. V priemere rokov a kosieb na nehojenom variante sa zistila produkcia sušiny 5,62 t.ha⁻¹.
- Produkčná účinnosť NPK hnojív a N hnojív mala najvyššiu hodnotu na variante 3 s 50 kg dávkou dusíka, 15 kg dávkou fosforu a 40 kg dávkou draslíka, čo sa aj štatisticky potvrdilo.
- Vyšší obsah dusíkatých látok bol na variantoch s pomerom 1 : 0,3 : 0,8 čo sa ale štatisticky preukazne nepotvrdilo (*P* < 0,05).
- Varianty s pomerom 1 : 0,3 : 0,8 mali vyššiu koncentráciu fosforu, draslíka a varianty s pomerom 1 : 0,15 : 0,4 zaznamenali vyššiu koncentráciu vápnika, horčíka a sodíka.

Pod'akovanie: Tento príspevok bol spracovaný vďaka podpore Operačného programu Výskum a vývoj v rámci EÚ, ITMS 26220220042 „Manuál pratotechniky pre raticovú zver a priaznivý stav životných podmienok Tetra hŕňneho vo vysokohorských oblastiach“ spolufinancovaného zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

LITERATÚRA

- GLAĀBA, T., KACORZYKB, P. 2011. Root distribution and herbage production under different management regimes of mountain grassland. In *Soil and Tillage Research*, vol. 113, no. 2, 2011, pp. 99–104.
- FECENKO, J., LOŽEK, O. 2000. *Výživa a hnojenie poľných plodín*. Nitra: SPU v Nitre a Duslo, a. s. , Šaľa, 2000. 452 s.
- HOLÚBEK, R., JANČOVIČ, J., GREGOROVÁ, H., NOVÁK, J., ĎURKOVÁ, E., VOZÁR, E. 2007. *Krmovinárstvo – manažment pestovania a využívania krmovín*. 1.vyd. Nitra : SPU, 2007. 420 s.
- JANČOVIČ, J., ĎURKOVÁ, E., VOZÁR, E. 2006. *Trávne porasty a poľné krmoviny*. 3. nezmenené vyd. Nitra : SPU, 2006. s. 127.
- MICHALEC, M. 2001. Hnojenie trvalých trávnych porastov. In *Obhospodarovanie trvalých trávnych porastov : zborník referátov z odborného seminára*. Banská Bystrica : VÚTPHP, 2001, s. 4 – 6.
- NOVÁK, J. 2008b. *Pasienky, lúky a trávniky*. 1.vyd. Prievidza : Patria I. spol. s r. o, 2008. 708 s.

DYNAMIKA VLHKOSTNÉHO STAVU PÔDY V RÔZNYCH OSEVNÝCH POSTUPOCH

Dynamics of soil moisture in different crop rotations

ŠTEFAN ŽÁK – KATARÍNA HRČKOVÁ – ROMAN HAŠANA – RASTISLAV BUŠO

Centrum výskumu rastlinnej výroby – Výskumný ústav rastlinnej výroby Piešťany

Field experiment was established in Research Station of PPRI in Borovce. Average value of soil moisture in 2001-2006 was 16,93 %. Soil moisture changed within experimental years and it ranged from 13,68 % in 2003 to 19,68 % in 2005. Significant differences of soil moisture values were detected between sowing and harvest sampling time. Higher value was recorded during the sowing time.

Two crop rotations (A), three fertilization regimes (B) and three sampling depths (H) were involved into experiment. Biological crop rotation (A1) was characterized by significantly higher content of soil moisture in comparison to cereal crop rotation (A2). There was significant difference in soil moisture between fertilization by animal manure (B1) and fertilization by crop litters and mineral NPK (B2). Other differences amongst the fertilization regimes were not significant. Soil moisture in biological crop rotation was the highest in case of animal manure with mineral NKP fertilization (B3). In cereal crop rotation soil moisture was the most favorable in case of variant B1.

No significant differences were recorded amongst the sampling depths 0,05 – 0,10 m (H1), 0,15 – 0,20 m (H2) ani 0,25 – 0,30 m (H3.)

Key words: crop rotation, fertilization level, soil moisture, sampling date, sampling depth

ÚVOD

Vlhkosť pôdy (zásobenosť pôdy vodou) udáva momentálny obsah vody v pôde v hmotnostných alebo objemových percentách k pôde vysušenej pri 105 °C. Najpresnejšie sa stanoví klasickou vážkovou metódou zo vzoriek pôdy odobratých do hermeticky uzavretých vzorkovníc. Momentálna vlhkosť pôdy je veľmi premenlivá veličina, najmä vlhkosť povrchovej časti pôdy. V nižších častiach pôdneho profilu nedochádza k takým veľkým výkyvom vlhkosti ako na povrchu pôdy (Demo et al., 1995).

Na zásobenosť pôdy vodou a tým i na produkciu sušiny fytohmoty pôsobí veľa faktorov, z ktorých sú dôležité počasie, plodina, spôsob spracovania pôdy, štruktúrny stav pôdy, oševný postup, použitie organických hnojív a iné. Priaznivý obsah vody v pôde zabezpečuje stabilitu a výšku rastlinnej produkcie. Potrebu vody kultúrnych rastlín určuje popri poveternostných podmienkach najmä dĺžka vegetačného obdobia. (Fulajtár, 1987 a iní).

Oševný postup je agrotechnicky zdôvodnený systém striedania plodín na určitej ploche a za určitý čas. Striedanie plodín je regulačné opatrenie, ktorým sa cieľavedome usmerňuje obsah pôdnej organickej hmoty, regulujú sa škodlivé činitele, pôdne prostredie, najmä obsah vody a štruktúra pôdy a rizosféra mikroflóra (Kováč a i., 1997).

Tým, že rastliny pri transpirácii čerpajú vodu koreňovým systémom z koreňovej zóny pôdneho profilu, dochádza k zákonitému poklesu pôdnej vlhkosti v mikroklimatickej sfére pôdy. Napríklad pri klasení kukurice, kedy sa požiadavky na vlahu pri obilninách výrazne zvyšujú, klesá pôdna vlhkosť v hĺbke 0,10 m v priemere o 16 %hm. a v hĺbke 0,50 m o 13 %hm. (Španík, Repa, 1999).

MATERIÁL A METÓDA

Poľný pokus bol založený na Výskumnom pracovisku CVRV - VÚRV Piešťany v Borovciach. Územie má kontinentálny charakter podnebia s dlhodobým ročným priemerom zrážok 625 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. Oblasť je zaradená do kukurično – jačmenného výrobného typu. Pôda je černoziem hneďozemná, obsah prístupného K je dobrý, P stredný, Mg vysoký (Mehlich II), obsah humusu 1,8 – 2,0 %, pH 5,5 – 7,2.

Variety pokusu

I. Oševný postup:

A1 Biologický oševný postup: Lucerna siata (1. rok - založená formou čistého výsevu na jar) - Lucerna siata (2. rok) – Pšenica letná f. ozimná - Repa cukrová ++ - Jačmeň siaty f. jarná - Kukurica siata na zrno ++

A2 Zrnovinársky oševný postup: Kukurica siata na zrno ++ - Jačmeň siaty f. jarná – Pšenica letná f. ozimná ++ - Jačmeň siaty f. jarná - Hrach siaty - Pšenica letná f. ozimná

II. Výživa a hnojenie:

B1 - hnojenie maštalným hnojom, bez chemickej ochrany (simulácia ekologického systému), MH 2x za rotáciu oševného postupu (dávka 40 t.ha⁻¹). Regulácia burín mechanickým spôsobom, respektívne pri okopaninách ručne, okopávkou.

B3 – hnojenie MH (40t.ha⁻¹) + minerálne hnojenie - dávka dusíka podľa normatívu, P, K podľa bilančnej metódy. Korekcia živín vzhľadom na 1 t aplikovaných organických hnojív. Chemická ochrana štandardným spôsobom.

Pôdne vzorky pre stanovenie pôdnej vlhkosti sa odoberali počas rotácie osevných postupov v rokoch 2001-2006 v štyroch opakovaníach a v šiestich hĺbkach (0,05-0,15 m; 0,15-0,20 m; 0,25-0,30 m; 0,35-0,40 m; 0,45-0,60 m; 0,65-0,80 m) dvakrát ročne (= po sejbe a T2 = po zbere úrody). Obsah pôdnej vlhkosti sa stanovil štandardnou gravimetrickou metódou a je uvádzaný v hmotnostných percentách. Získané výsledky boli štatisticky vyhodnotené analýzou rozptylu a znázornené v tabuľkách.

VÝSLEDKY

Počasiu bolo počas trvania rotácie osevného pokusu rozdielne. Z pohľadu zrážok sme zistili vo vegetačnom polroku (IV - IX) v 3 rokoch normálny priebeh zrážok, v 2 rokoch bol suchý a v 1 roku vlhký. V zimnom polroku (X - III) boli zrážky v 4 rokoch normálne, a v 2 rokoch bol polrok vlhký. Pri hodnotení celého roku boli však normálne iba 2 roky, 2 roky boli vlhké, 1 suchý a 1 veľmi suchý. Najviac zrážok sme zistili v roku 2002, najmenej v roku 2003 (rozdiel bol 243,4 mm, vo vegetačnom polroku bolo najviac zrážok v roku 2005, najmenej v roku 2004 a v zimnom polroku bolo najviac zrážok v roku 2002 a najmenej v roku 2003).

Z pohľadu teplôt sme zistili vo vegetačnom polroku (IV - IX) v 2 rokoch normálny priebeh teplôt, v 1 roku bol polrok teplý, v 1 roku bol polrok veľmi teplý a v 2 polrokoch bol vegetačný polrok mimoriadne teplý. V zimnom polroku (X - III) boli teploty v 3 rokoch normálne, a v 3 rokoch bol priebeh polroka teplý. Pri hodnotení celého roku bol však normálny iba 1 rok, 3 roky boli teplé a 2 mimoriadne teplé. Najvyššie priemerné ročné teploty sme zistili v roku 2002, najnižšie v roku 2001 (rozdiel bol 2,72 °C), vo vegetačnom polroku bol priemer teplôt najvyšší v roku 2003, najnižší v roku 2001 a v zimnom polroku boli priemerné teploty najvyššie v roku 2002 a najnižšie v roku 2001. Namerané hodnoty spolu so slovným hodnotením (podľa Kožnarová – Klabzuba, 2002) sú uvedené v tabuľke 1.

Tabuľka 1.: Priebeh zrážok a teplôt v rokoch 2001-2006

Mesiac	n30 (1971 -2000)	2001		2002		2003		2004		2005		2006	
Zrážky (v mm a slovné zhodnotenie)													
I	33,7	13,2	VS	18,8	S	40,9	V	50,6	V	39,9	N	56,1	VV
II	27,0	19,1	N	42,7	V	9,4	S	27,4	N	51,6	VV	30,1	N
III	28,6	67,0	VV	20,8	N	0,9	MS	49,4	V	7,0	VS	25,3	N
IV	37,1	31,8	N	27,8	N	16,5	S	14,4	VS	91,2	VV	52,7	V
V	55,5	30,1	S	50,4	N	28,7	S	15,4	VS	33,5	N	66,5	N
VI	68,2	43,0	S	95,3	V	33,9	S	72,9	N	33,7	VS	136,2	VV
VII	57,0	118,5	VV	67,6	N	95,7	V	15,9	VS	96,9	V	0,5	MS
VIII	54,0	10,0	MS	71,7	V	16,0	VS	44,6	N	98,8	VV	83,7	V
IX	54,2	114,7	VV	34,5	N	19,3	S	38,9	N	42,3	N	0,0	MS
X	42,0	11,7	S	91,3	VV	57,9	N	61,4	V	10,2	S	30,0	N
XI	43,6	30,0	N	61,9	V	34,5	N	46,5	N	48,0	N	49,4	N
XII	44,0	43,3	N	44,9	N	30,6	N	33,3	N	69,5	V	13,3	VS
IV-IX	326,0	348,1	N	347,3	N	210,1	S	202,1	S	396,4	V	339,6	N
X-III	218,9	184,3	N	280,4	V	174,2	N	268,6	V	226,2	N	204,2	N
I-XII	544,9	532,4	N	627,7	V	384,3	VS	470,7	S	622,6	V	543,8	N
Vysvetlivky: MS – mimoriadne suchý; VS – veľmi suchý; S- suchý; N – normálny; V – vlhký, VV – veľmi vlhký; MV – mimoriadne vlhký													
Teploty (v °C a slovné zhodnotenie)													
I	-1,8	-1,25	N	-4,06	S	-1,66	N	-3,07	N	-0,48	N	-4,81	S
II	0,1	0,43	N	2,96	T	-1,06	S	1,28	N	-2,36	S	-2,51	S
III	4,5	4,73	N	7,06	T	5,17	N	4,42	N	3,01	N	2,10	S
IV	9,2	7,72	N	11,08	T	9,94	N	11,65	T	11,45	T	11,53	T
V	14,6	15,43	N	18,68	MT	18,71	MT	14,03	N	15,62	N	14,75	N
VI	17,4	15,38	S	19,83	VT	22,25	MT	17,95	N	18,18	N	20,47	MT
VII	19,2	19,21	N	22,84	MT	21,73	VT	20,06	N	20,44	T	22,96	MT
VIII	19,0	20,11	T	22,36	MT	22,94	MT	20,70	VT	18,93	N	17,31	VS
IX	14,5	11,94	VS	15,55	N	15,88	T	15,01	N	16,39	T	17,21	VT
X	9,3	11,15	T	9,19	N	8,00	S	12,22	MT	10,89	T	12,43	MT
XI	3,4	0,93	VS	7,55	MT	6,68	MT	5,21	VT	3,67	N	7,33	MT
XII	-0,3	-6,92	MS	-1,48	N	0,88	N	0,96	N	-0,35	N	2,93	S
IV-IX	15,6	14,96	N	18,39	MT	18,58	MT	16,57	N	16,84	T	17,37	VT
X-III	2,5	1,51	T	3,54	T	3,00	N	3,50	T	2,40	N	2,91	N
I-XII	9,1	8,24	T	10,96	MT	10,79	MT	10,04	T	9,62	N	10,14	T
Vysvetlivky: MS – mimoriadne studený; VS – veľmi studený; S- studený; N – normálny; T – teplý, VT – veľmi teplý; MT – mimoriadne teplý													

Priemer vlhkosti pôdy v rokoch 2001-2006 v celom pokuse dosiahol hodnotu 16,93%. Pôdna vlhkosť sa podľa rokov menila a pohybovala sa od 13,68% v roku 2003 po 19,68% v roku 2005. Všetky rozdiely medzi rokmi boli vysoko preukazné, s výnimkou rokov 2001 a 2002. Vysoko preukazné rozdiely boli tiež vo vlhkosti pôdy pri sejbe a zbere, keď vyššia vlhkosť pôdy bola pri sejbe. V biologickom oševnom postupe (A1) bola vlhkosť pôdy vysoko preukazne vyššia ako v zrnovinárskom oševnom postupe (A2).

Medzi variantmi B1 a B2 sme zistili vysoko preukazný rozdiel, ale medzi variantmi B1 a B3, resp. B2 a B3 zo štatistického hľadiska rozdiel nebol zistený. Medzi vrstvami 0,05 – 0,10 m (H1), 0,15 – 0,20 m (H2) ani 0,25 – 0,30 m (H3) neboli pozorované štatisticky významné rozdiely (tabuľka 2).

Tabuľka 2.: Priemerné hodnoty vlhkosti pôdy v sledovaných faktoroch

Celkový priemer		16,93							
Roky	Oševné postupy	Termíny	Varianty	Hĺbky					
2001	17,14 c	A1	17,47 b	T1	18,07 b	B1	17,20 b	H1	16,88 a
2002	17,52 c	A2	16,39 a	T2	15,79 a	B2	16,45 a	H2	17,00 a
2003	13,69 a					B3	16,95 a,b	H3	16,91 a
2004	18,58 d								
2005	19,68 e								
2006	14,99 b								

Interakcia rok x oševný postup bola vysoko preukazná (tabuľka 4), čo poukazuje na lepšie hospodárenie s pôdnou vlhkosťou biologickým oševným postupom. Z tabuľky 3 vidíme, že vlhkosť pôdy bola vyššia v biologickom oševnom postupe v rokoch 2001, 2004, 2005 a 2006, kým v rokoch 2002 a 2003 bola vyššia v zrnovinárskom oševnom postupe. V roku 2003 bola v oboch oševných postupoch zaradená pšenica letná f. ozimná a vyššia vlhkosť pôdy bola v zrnovinárskom oševnom postupe (predplodina jačmeň siaty f. jarná).

Interakcia rok x termín bola vysoko preukazná (tabuľka 4) a poukazuje to na zmeny vo vlhkosti pôdy počas roka. Z tabuľky 3 vidíme, že vlhkosť pôdy bola vyššia v sejbovom termíne v rokoch 2003, 2004, 2005 a 2006, kým v rokoch 2001 a 2002 bola vyššia v zberovom termíne.

Interakcia rok x variant bola vysoko preukazná (tabuľka 4). Z tabuľky 3 vidíme, že vlhkosť pôdy bola najvyššia na variante B1 v rokoch 2004, 2005, 2006, na variante B2 v roku 2001 a na variante B3 v rokoch 2002 a 2003.

Interakcia rok x hĺbka bola vysoko preukazná (tabuľka 4). Z tabuľky 3 vidíme, že vlhkosť pôdy bola najvyššia vo vrstve H1 v roku 2006, H2 v rokoch 2002, 2003, 2004 a 2005 a v hĺbke H3 to bolo v roku 2001.

Interakcia oševný postup x variant bola preukazná (tabuľka 4). Z tabuľky 3 vidíme, že vlhkosť pôdy bola v biologickom oševnom postupe najvyššia na variante B3, nasledoval variant B1 a B2, kým v zrnovinárskom oševnom postupe bola vlhkosť pôdy najvyššia na variante B1, nasledoval variant B3 a variant B2. Pri hodnotení variantov v každom oševnom postupe zvlášť sme zistili, že v biologickom oševnom postupe nie sú štatisticky významné rozdiely medzi variantmi, ale v zrnovinárskom oševnom postupe bola vlhkosť pôdy na variante B1 vysoko preukazne vyššia ako na variante B2 a preukazne vyššia ako na variante B3.

Interakcia termín x variant bola preukazná (tabuľka 4). Z tabuľky 3 vidíme, že vlhkosť pôdy bola najvyššia v sejbovom termíne na variante B3, nasledoval variant B1 a B2, kým v zberovom termíne najvyššia vlhkosť pôdy bola na variante B1 a nasledovali varianty B3 a B2.

Interakcia termín x hĺbka bola preukazná (tabuľka 4). Z tabuľky 3 vidíme, že vlhkosť pôdy mala opačnú tendenciu, keď v sejbovom termíne sa s pribúdajúcou hĺbkou zvyšovala, kým v zberovom termíne sa s pribúdajúcou hĺbkou znižovala.

Interakcia termín x hĺbka bola preukazná (tabuľka 4). Z tabuľky 3 vidíme, že vlhkosť pôdy bola na variante B1 najvyššia v hĺbke H2, nasledovala H3 a H1. Na variante B2 bola najvyššia vlhkosť pôdy v hĺbke H3 a rovnaká (znížená) v hĺbkach H1 a H2, kým na variante B3 sa s pribúdajúcou hĺbkou vlhkosť pôdy znižovala.

Tabuľka 3.: Priemerné hodnoty vlhkosti pôdy v interakciách

ROK X OSEVNÝ POSTUP		ROK X TERMÍN		ROK X VARIANT		ROK X HLĚBKY		OSEVNÝ POSTUP X TERMÍN	
2001 A1	17,49	2001 T1	15,89	2001 B1	17,08	2001 H1	17,33	A1 T1	18,56
2001 A2	16,79	2001 T2	18,39	2001 B2	17,35	2001 H2	16,25	A1 T2	16,39
2002 A1	17,13	2002 T1	15,13	2001 B3	17,00	2001 H3	17,85	A2 T1	17,59
2002 A2	17,91	2002 T2	19,91	2002 B1	17,49	2002 H1	17,19	A2 T2	15,19
2003 A1	13,59	2003 T1	19,91	2002 B2	17,37	2002 H2	17,98		
2003 A2	17,78	2003 T2	7,47	2002 B3	17,70	2002 H3	17,39		
2004 A1	20,88	2004 T1	20,03	2003 B1	13,42	2003 H1	13,32		
2004 A2	16,28	2004 T2	17,12	2003 B2	13,22	2003 H2	14,46		
2005 A1	20,03	2005 T1	20,20	2003 B3	14,43	2003 H3	13,38		
2005 A2	19,32	2005 T2	19,15	2004 B1	19,48	2004 H1	18,29		
2006 A1	15,71	2006 T1	17,28	2004 B2	17,99	2004 H2	18,92		
2006 A2	14,28	2006 T2	12,72	2004 B3	18,27	2004 H3	18,53		
				2005 B1	20,23	2005 H1	20,02		
				2005 B2	19,20	2005 H2	19,60		
				2005 B3	19,60	2005 H3	19,41		
				2006 B1	15,49	2006 H1	15,23		
				2006 B2	14,75	2006 H2	14,83		
				2006 B3	14,73	2006 H3	14,93		
OSEVNÝ POSTUP X VARIANT		OSEVNÝ POSTUP X HLĚBKY		TERMÍN X VARIANT		TERMÍN X HLĚBKY		VARIANT X HLĚBKY	
A1 B1	17,48	A1 H1	17,45	T1 B1	18,08	T1 H1	17,83	B1 H1	16,96
A1 B2	17,36	A1 H2	17,41	T1 B2	17,85	T1 H2	18,12	B1 H2	17,40
A1 B3	17,58	A1 H3	17,56	T1 B3	18,29	T1 H3	18,26	B1 H3	17,23
A2 B1	16,91	A2 H1	16,31	T2 B1	16,32	T2 H1	15,93	B2 H1	16,55
A2 B2	15,93	A2 H2	16,59	T2 B2	15,44	T2 H1	15,89	B2 H2	16,55
A2 B3	16,33	A2 H3	16,27	T2 B3	15,61	T2 H3	15,56	B2 H3	16,83
								B3 H1	17,13
								B3 H2	17,05
								B3 H3	16,68

Tabuľka 4: Štatistické vyhodnotenie vlhkosti pôdy v rokoch 2001 – 2006

Vlhkosť pôdy WKOVSZ 2001-2006					
	Suma štvorcov	d.f.	Priemerný štvorec	F	Preukaznosť
Roky (A)	897,24	5	179,44	200,93	++
Osevné postupy (B)	63,15	1	63,15	70,71	++
A x B	160,33	5	32,06	35,90	++
Termíny (C)	281,07	1	281,07	314,72	++
A x C	1647,96	5	329,59	369,04	++
B x C	0,68	1	0,68	0,72	-
A x B x C	329,56	5	65,91	73,80	++
Varianty (D)	10,99	2	5,49	6,15	++
A x D	26,40	10	2,64	2,95	++
B x D	7,49	2	3,74	4,19	+-
C x D	8,00	2	4,00	4,48	+-
A x B x D	24,87	10	2,48	2,78	++
A x C x D	44,92	10	4,49	5,03	++
B x C x D	6,08	2	3,04	3,40	+-
Hĺbky (E)	0,59	2	0,29	0,33	-
A x E	36,03	10	3,60	4,03	++
B x E	2,06	2	1,03	1,56	-
C x E	5,69	2	2,84	3,18	+-
D x E	5,73	4	1,43	1,60	-
A x B x E	10,59	10	1,05	1,18	-
A x C x E	60,89	10	6,08	6,81	++
A x D x E	3,71	20	0,18	0,20	-
B x C x E	2,20	2	1,10	1,23	-
B x D x E	1,31	4	0,32	0,36	-
C x D x E	2,31	4	0,57	0,64	-
Zvyšok	75,01	84	0,89		
Celkom	3715,01	215			

+-, ++ Preukaznosť $P < 0.05$ and $P < 0.01$ hladina preukaznosti

DISKUSIA

Pôdna voda je jednou z najdôležitejších hlavných častí pôdy. Má veľmi veľký význam pri tvorbe pôdy, pretože pohyb rôznych látok v pôdnej vrstve, v dôsledku ktorého sa vytvára pôdny profil, sa deje hlavne vo forme roztokov, t.j. tieto látky sa premiestňujú spolu s kvapalnou pôdnou vodou, ktorej synonymom je pôdny roztok. Rovnako veľký význam má pôdna voda ako činiteľ pôdnej úrodnosti a teda i ako činiteľ poľnohospodárskej výroby (Rode, 1957).

Množstvo vody v pôde sa nazýva pôdnou vlhkosťou. Vlhkosť pôdy je v každom časovom odstupe výslednicou celého radu fyzikálnych procesov, pohybu vlhkosti (filtrácie, výparu, transpirácie, kondenzácie, kapilárneho vztlínania podzemných vôd, povrchového odtoku a iných procesov, ktoré tvoria vodnú bilanciu (Sotáková et al., 1974).

Momentálna vlhkosť pôdy je veľmi premenlivá veličina, najmä vlhkosť povrchovej časti pôdy. V nižších častiach pôdneho profilu nedochádza k takým veľkým výkyvom vlhkosti ako na povrchu pôdy (Demo et al., 1995).

Mnohotvárnosť pôdnych podmienok spolu s rozdielmi v priebehu počasia v jednotlivých rokoch však môžu priniesť rozdielne výsledky (Hůla et al., 1997). Efektívnejšie využitie vlahy zvyšuje úrodný potenciál rastlín (Miština, Kováč et al., 1993).

Vo všeobecnosti je vyšší obsah vody pri ochrannom spracovaní pôdy považovaný za priaznivý, avšak v niektorých prípadoch môže byť nežiadúci. Zvýšená vlhkosť v slabo drenážovaných, málo priepustných pôdach môže podporovať denitrifikačné procesy (Miština, Kováč et al., 1993).

Kováč – Žák (1999) uvádzajú, že vlhkosť pôdy sa smerom do hĺbky zvyšovala, rozdiely medzi vrstvami však boli štatisticky nepreukazné. K podobným zisteniam sme prišli aj v našich výsledkoch, keď rozdiely medzi vrstvami aj v našich meraniach boli štatisticky nepreukazné. Žák et. al. (2012) uvádza v konvenčnom systéme vlhkosť pôdy v roku 2002, keď tiež zisťoval pôdnu vlhkosť pri jačmeni 15,93% a v roku 2005 pri hrachu 19,18%. Tieto hodnoty korešpondujú s našimi výsledkami, keď sme pri jačmeni zistili vlhkosť pôdy 17,91% a pri hrachu 19,31 %.

ZÁVERY

Z riešenia problematiky vlhkosti pôdy v 2 osevných postupoch pri 3 variantoch hnojenia hodnotených v rokoch 2001 – 2006 vyplynuli nasledovné závery:

- Priemer vlhkosti pôdy v rokoch 2001 - 2006 v celom pokuse dosiahol hodnotu 16,93%.
- Pôdna vlhkosť sa podľa rokov menila a pohybovala sa od 13,68% v roku 2003 po 19,68% v roku 2005. Všetky rozdiely medzi rokmi boli vysoko preukazné, s výnimkou rokov 2001 a 2002.
- Vysoko preukazné rozdiely boli vo vlhkosti pôdy pri sejbe a zbere, keď vyššia vlhkosť pôdy bola pri sejbe.
- V biologickom osevnom postupe (A1) bola vlhkosť pôdy vysoko preukazne vyššia ako v zrnovinárskom osevnom postupe (A2).
- Medzi variantmi B1 a B2 sme zistili vysoko preukazný rozdiel, ale medzi variantmi B1 a B3, resp. B2 a B3 zo štatistického hľadiska rozdiel nebol zistený.
- Vlhkosť pôdy bola v biologickom osevnom postupe najvyššia na variante B3, nasledoval variant B1 a B2, kým v zrnovinárskom osevnom postupe bola vlhkosť pôdy najvyššia na variante B1, nasledoval variant B3 a variant B2.
- Pri hodnotení variantov v každom osevnom postupe zvlášť sme zistili, že v biologickom osevnom postupe nie sú štatisticky významné rozdiely medzi variantmi, ale v zrnovinárskom osevnom postupe bola vlhkosť pôdy na variante B1 vysoko preukazne vyššia ako na variante B2 a preukazne vyššia ako na variante B3.
- Medzi vrstvami 0,05 – 0,10 m (H1), 0,15 – 0,20 m (H2) ani 0,25 – 0,30 m (H3) neboli pozorované štatisticky významné rozdiely (tabuľka 2).
- Štatisticky významné boli interakcie rok x osevný postup, rok x termín, rok x variant, rok x hĺbka, osevný postup x variant, termín x variant, termín x hĺbka a termín x hĺbka.
- V biologickom osevnom postupe bola vyššia vlhkosť pôdy vďaka zaradeniu viacerých širokolistých plodín. Vo vlhkosti pôdy medzi variantmi B1 a B3 nebol štatisticky významný rozdiel, čo zrejme spôsobilo použitie maštalného hnoje v oboch variantoch. Použitie pozberových zvyškov (variant B2) spôsobilo nižšiu vlhkosť pôdy, zrejme jej spotrebovaním pri rozklade organickej hmoty.

Pod'akovanie: Príspevok vznikol vďaka podpore v rámci OP Výskum a vývoj pre projekt: Vývoj a inštalácia lyzimetrických zariadení pre racionálne hospodárenie na pôde v udržateľnej rastlinnej výrobe ITMS: 26220220106, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja. a úlohy výskumu a vývoja „Možností a spôsoby zabezpečenia udržateľnej rastlinnej výroby v meniacich sa podmienkach prostredia“.

LITERATÚRA

- DEMO et al.: Obrábanie pôdy. 1. vyd. Nitra: Vysoká škola poľnohospodárska, 1995. 315 s. ISBN 80-7137-255-2.
- FULAJTÁR, E.: Príspevok k zabezpečenosti poľnohospodárskych kultúr vodou v pôdno klimatických podmienkach Slovenska. Vedecké práce Výskumného ústavu pôdnej úrodnosti, č. 14, 1987, s. 65 - 81.
- HŮLA, J. – ABRHAM, Z. – BAUER F.: Zpracování půdy. 1. vyd., Praha : Nakladatelství Brázda, 1997. 144 s. ISBN 80-209-0265-1
- KOVÁČ, K. - JURČOVÁ, O. - VILČEK, L. (1997): Osevné postupy. Nitra : SPU, 1997
- KOVÁČ, K. – ŽÁK, Š.: Vplyv rôznych spôsobov obrábania pôdy na jej fyzikálne a hydrofyzikálne vlastnosti. In: Rostlinná výroba, roč. 45, 1999, č. 8, s. 359 - 364.
- MIŠTINA, T. – KOVÁČ, K. et al.: Ochranné obrábanie pôdy. 1. vyd. Piešťany : Výskumný ústav rastlinnej výroby, 1993. 167 s. ISBN 80-7137-125-4
- RODE, A.A.: Pôdna voda. Bratislava : Vydavateľstvo Slovenskej akadémie vied, 1957. 512 s.
- SOTÁKOVÁ, S. et al.: Návody na cvičenia z geológie a pôdoznalectva. 1. vyd. Bratislava : Príroda, 1974. 187 s.
- ŠPÁNIK, F. - REPA, F. (1999): Analytický vzťah medzi pôdnou vlhkosťou pod porastom kukurice na zrno a ornica – štandardom agrometeorologickej stanice. In: *ACTA HORTICULTURAE TE REGIOTECTURAE*, príloha: Voda v bioklimatických systémoch – Zborník z medzinárodnej konferencie BPD, roč. 2, 1999, s. 278-279.
- ŽÁK, Š. - HAŠANA, R. – MACÁK, M. - BUŠO, R. – KOVÁČ, K. - HRČKOVÁ, K. – STANKO, P. (2012): Pestovať poľné plodiny ekologickým spôsobom? Vydanie prvé, Piešťany: Centrum výskumu rastlinnej výroby – výskumný ústav rastlinnej výroby, 2012, 119 s., ISBN 978-80-89417-45-2

HODNOTENIE LÍNIÍ PŠENICE LETNEJ F. OZIMNÁ S FAREBNÝM ZRNOM

Evaluation of winter wheat lines with coloured grain

ALŽBETA ŽOFAJOVÁ¹ – LUBOMÍR RÜCKSCHLOSS² – IVANA PŠENÁKOVÁ³ –
MICHAELA HAVRLENTOVÁ¹

¹Centrum výskumu rastlinnej výroby – Výskumný ústav rastlinnej výroby Piešťany

²Centrum výskumu rastlinnej výroby – Výskumný ústav rastlinnej výroby Piešťany – Výskumno-šľachtiteľská stanica Vígľaš-Pstruša

³Katedra biotechnológií, Fakulta prírodných vied, Univerzita sv. Cyrila a Metoda v Trnave

Selected agronomical traits were evaluated in the set of winter wheat genotypes with purple grain color. Genotypes originated from Research-breeding station Vígľaš-Pstruša. The field experiment with six genotypes and four standard cultivars was established by randomised block design method in three replications in the vegetation 2011/12 in Piešťany. Newly bred genotypes compared to standard cultivar were later, more resistance to powdery mildew, higher and had lower grain yield. In 1000 grain weight and grain portion above sieves > 2.5 mm no differences were between the compared groups. In the view of the high content of total anthocyanins and other agronomic traits (height, grain weight a. o.) hopeful appeared genotype V2 57.

Key words: winter wheat, grain color, grain yield, breeding

ÚVOD

Pri pšenici sú v súčasnosti vyhľadávané a využívajú sa odrody a druhy s neobvyklými znakmi a vlastnosťami. Jedným z nich je aj netradičná farba zrna. Väčšina u nás pestovaných odrôd pšenice má červenú farbu zrna, ktorá je spájaná aj s vyššou odolnosťou voči porastavosti. Zriedkavou je purpurová, prípadne modrá farba zrna. Purpurové a modré pigmenty, antokyaníny sú lokalizované buď v povrchových vrstvách zrna (v perikarpe) alebo v aleurónovej vrstve. Zdraviu prospešná úloha antokyanínov vyplýva z ich veľkej antioxidantnej aktivity, navyše majú tiež antibakteriálny a antikarcinogénny efekt (Varga et al. 2013).

V roku 2006 bola v Rakúsku povolená odroda Indigo s purpurovým semenom, ktorá je určená pre produkciu špeciálnych potravinárskych produktov. Má vysoký obsah antokyanínov (asi 200 mg/kg) čo je hodnota takmer rovnaká ako v červenom víne. V Rakúsku v roku 2011 bola zaregistrovaná nová odroda ozimnej pšenice Skorpion, ktorá sa vyznačuje modrým zafarbením zrna. Bola vyšľachtená českými šľachtiteľmi a je tiež určená k špeciálnemu využitiu v potravinárstve (Martinek et al. 2012). Na opätovný záujem šľachtiteľ na vysoký obsah antokyanínov a to z dôvodu ich antioxidantného potenciálu poukázali Knievel et al. (2009). Vytvorili sériu adaptovaných línií pšenice s modrým aleurónom a s purpurovým perikarpom.

Súčasný sortiment farebnej pšenice je však malý a dostupné odrody majú nízku pekárenskú hodnotu a neoptimálne mnohé agronomické znaky. Východiskom je vytvoriť kombinácie kríženia farebných odrôd s odrodami s dobrou pekárenskou kvalitou a využiť ich v tradičnom šľachtení. Nové smery v šľachtení pšenice na Slovensku uviedli Rückschloss et al. (2011).

Koncentrácia antokyanínov v zrne pšenice je ovplyvňovaná faktormi prostredia, ako sú pôda a poveternostné podmienky (Varga et al. 2013). Významný vplyv roku pestovania, ktorý bol vyšší ako genotypický efekt zistili Eticha et al. (2008).

V programe šľachtenia farebných pšeníc, ktoré je už niekoľko rokov realizované na VŠS Vígľaš-Pstruša (Rückschloss et al. 2011), bolo vytvorených niekoľko genotypov, ktoré sú v súčasnosti v rôznych etapách hodnotenia. Cieľom výskumu bolo zhodnotiť vybrané agronomické znaky v súbore genotypov pšenice letnej f. ozimnej s purpurovou farbou zrna.

MATERIÁL A METÓDA

Genotypy farebnej pšenice letnej f. ozimná sme hodnotili vo vegetácii 2011/12 v Piešťanoch v pokuse založenom metódou znáhodnených blokov v troch opakovaníach (veľkosť parcely=1 m²). Do súboru boli vybrané štyri genotypy z V1 a jeden genotyp z V2 skúšobnej fázy šľachtenia. Ďalší zaradený genotyp PS 62/0 bol druhým rokom hodnotený v štátnych odrodových skúškach. Genotypy s purpurovým osemením boli vytvorené v programe šľachtenia farebných pšeníc na VŠS Vígľaš-Pstruša. Do pokusu sme zaradili kontrolné odrody a odrodu Indigo ako kontrolu pre farbu zrna. Výber genotypov bol podmienený obsahom celkových antokyanínov, ktorý sme stanovili v zrne z predchádzajúcej vegetácie 2010/11. Podrobný popis spektrofotometrického stanovenia obsahu celkových antokyanínov sme uviedli v práci Žofajová et al. (2012).

V priebehu vegetácie sme sledovali obligátne úrodovtné znaky a zdravotný stav. V zrelosti z každej parcely sme zobrali vzorku 30 klasov a stanovili hmotnosť zrna na klas a 1000 zrn a podiel zrna nad sitom > 2,5 mm.

Primárne údaje sme spracovali analýzou rozptylu pomocou programu Statgraphics 5.0.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Obsah celkových antokyanínov bol jedným z výberových kritérií pre hodnotenie genotypov pšenice letnej f. ozimnej z hľadiska agronomických znakov a technologickej kvality vo vegetácii 2011/12. Vo vegetácii 2010/11 dvojnásobný obsah antokyanínov v porovnaní s kontrolou Indigo mali V1 704 a V1 706 (tab. 1). Vyššou hodnotou sa vyznačoval tiež genotyp V1 687 (154,1 %) a porovnateľný, prípadne nižší obsah mali V2 57 a PS 62/0.

Analýzou rozptylu (tabuľku neuvádzame) sme zistili štatisticky významné rozdiely medzi hodnotenými genotypmi vrátane kontrol pri všetkých sledovaných znakoch. Priemerné hodnoty znakov sú uvedené v tabuľke 2. Významne boli ovplyvnené poveternostnými podmienkami, najmä nedostatkom zrážok a vysokými teplotami (suma zrážok za vegetáciu 2011/12 v Piešťanoch bola 226,7 mm).

Z genotypov s farebným zrnom najskôr klasil PS 62/0 a to 15. mája, čo bolo v porovnaní s kontrolami o 2 až 7 dní neskôr. V tomto znaku bol genotyp PS 62/0 porovnateľný s kontrolou Torysa, medzi ktorými neboli štatisticky významné rozdiely. V porovnaní s kontrolou pre farbu zrna odrodou Indigo, novošľachtené genotypy klasili neskôr o 3 (PS 62/0) až 9 dní (V1 702). Variačné rozpätie medzi novošľachtenými genotypmi v začiatku klasenia bolo 6 dní, čo predstavuje dostatočnú variabilitu pre jej prípadné ďalšie šľachtiteľské využitie.

Genotypy boli v porovnaní s odrodami v priemere menej napadnuté múčnatkou trávovou ako odrody ($\bar{x} = 2,85$ *versus* $\bar{x} = 4,1$ bodov). Z genotypov najnižšie napadnutie sme zistili pri V2 57 ($\bar{x} = 1,7$ bodov) a z odrôd pri Indigo ($\bar{x} = 2,7$ bodov). Naopak najvyššie napadnutie týmto obligátnym patogénom pšenice bolo pri genotype V1 687 ($\bar{x} = 3,7$ bodov) a pri odrode Torysa ($\bar{x} = 5,7$ bodov).

Vo výške porastu genotypy boli v priemere o 10 cm vyššie ako kontroly. Tento rozdiel medzi porovnávanými skupinami podmienil najmä genotyp s najvyššou výškou porastu V1 687 ($\bar{x} = 107,3$ cm). Genotypy V1 704, V1 706 a V2 57 boli porovnateľné s najvyššou kontrolnou odrodou Ilona, avšak boli významne vyššie ako odroda Indigo, ktorá s hodnotou 85,8 cm bola najnižšou v hodnotenom súbore. Môžeme predpokladať, že v prípade normálneho množstva zrážok počas vegetácie budú rozdiely medzi genotypmi s farebným zrnom a kontrolami vo výške porastu väčšie.

Medzi výškou a produktivitou je zvyčajne kladný vzťah, čo sa potvrdilo pri najvyšších genotypoch V1 687 a V1 702, ktoré mali nadpriemernú hmotnosť zrna na klas a pri odrode Indigo s najnižším porastom a najnižšou úrodou zrna na klas ($\bar{x} = 1,90$ g). V priemere však novošľachtené genotypy mali nižšiu hmotnosť zrna na klas ako kontroly a to o 7,7 %. Na základe vlastných experimentov realizovaných v Rakúsku Eticha et al. (2008) uviedli, že žiadna z odrôd pšenice s purpurovým perikarpom alebo modrým aleurónom nedosahuje úrodu zrna štandardných kvalitných pšeníc.

V hmotnosti 1000 zrn v rámci oboch hodnotených skupín bolo vysoké variačné rozpätie, ktoré pri genotypoch bolo 8,8 g a pri kontrolách 15,1 g, avšak v priemere mali porovnávané skupiny v tomto znaku rovnaké hodnoty ($\bar{x} = 47,4$ g a $\bar{x} = 47,7$ g, jednotlivo). Najvyššiu hmotnosť 1000 zrn mali genotypy V1 702 a PS 62/0 a z odrôd Torysa ($\bar{x} = 57,0$ g, čo bola maximálna hodnota).

Podiel zrna nad sitom > 2,5 mm, jeden z ukazovateľov technologickej kvality, varíroval v rozpätí od 88,9 (V2 57) do 98,5 % (PS 62/0). Tri z hodnotených farebných genotypov mali vyšší podiel zrna v porovnaní s kontrolou Indigo ($\bar{x} = 95,5$ %).

ZÁVERY

- Novošľachtené genotypy s purpurovou farbou zrna v porovnaní s kontrolami boli neskoršie, menej napadnuté múčnatkou trávou, mali vyššiu výšku porastu a nižšiu úrodu zrna (prepočítaná na 1 klas). V hmotnosti 1000 zrn a podielu nad sitami > 2,5 mm medzi porovnávanými skupinami neboli rozdiely.
- Genotyp PS 62/0 skúšaný v ŠOS mal vysokú hmotnosť 1000 zrn a podiel zrna.
- Z hľadiska vysokého obsahu celkových antokyanínov a ďalších agronomických znakov (výška, hmotnosť zrna ai.) nádejným pre ďalšie využitie sa javí genotyp V2 57, ktorý bol na jeseň 2013 zaradený do štátnych skúšok.

LITERATÚRA

- ETICHA, F., RUCKENBAUER, P., GRAUSGRUBER, H.: Characterization of anthocyanin-pigmented wheat genotypes. In: Modern variety breeding for present and future needs (2008) (Eds. Prohens & Badenes), pp. 583-587
- KNIEVEL, D.C., ABDEL-AAL, E.-S.M., RABALSKI, I., NAKAMURA, T., HUCL, P.: Grain color development and the inheritance of high anthocyanin blue aleurone and purple pericarp in spring wheat (*Triticum aestivum* L.). In: Journal of Cereal Science, 50, 2009, pp. 113-120.
- MARTINEK, P., ŠKORPÍK, M., CHRPOVÁ, J., FUČÍK, P.: Skorpion – odrúda ozimé pšenice s modrým zrnem. In: Obilnárske listy – 78 – XX. ročník, č. 3/2012
- RÜCKSCHLOSS, L., MATÚŠKOVÁ, K., HANKOVÁ, A., VALČUHOVÁ, D., MARTINEK, P.: Nové trendy v šľachtení pšenice. In: Nové poznatky z genetiky a šľachtenia poľnohospodárskych rastlín : zborník z 18. medzinárodnej vedeckej konferencie, Piešťany, 8.-9. november 2011. - Piešťany : CVRV-VÚRV, 2011. - ISBN 978-80-89417-29-2. - s. 39-41.
- VARGA, M., BÁNHIDY, J., CSEUZ, L., MATUZ, J.: The anthocyanin content of blue and purple coloured wheat cultivars and their hybrid generations. In: Cereal research communications 41, 2013, 2, pp. 284-292
- ŽOFAJOVÁ, A., PŠENÁKOVÁ, I., HAVRLENTOVÁ, M., PILIAROVÁ, M.: Accumulation of total anthocyanins in wheat grain. In: Agriculture (Poľnohospodárstvo). - ISSN 0551-3677. - Roč.58, č.2 (2012), pp. 50-56.

Pod'akovanie: Práca bola riešená v rámci rezortného projektu výskumu a vývoja na roky 2013-2015 „Nová hodnota primárnych produktov domácej rastlinnej výroby“, akronym DOMAPLUS riešeného v rámci „Nového modelu vedy a výskumu v rezorte Ministerstva pôdohospodárstva SR“

Tabuľka 1: Priemerné hodnoty obsahu celkových antokyanínov genotypov a kontrolných odrôd pšenice letnej f. ozimná pestovaných vo vegetácii 2010/11 v Piešťanoch

Ukazovateľ	V1 687	V1 702	V1 704	V1 706	V2 57	PS 62/0	K1 Ilona	K2 Torysa	K4 Indigo
\bar{x}	58,08 ± 0,4	27,44 ± 0,8	75,29 ± 1,2	75,89 ± 1,2	37,64 ± 3,0	34,50 ± 2,9	6,36 ± 0,4	3,02 ± 0,5	37,68 ± 3,9
% [K4=100%]	154,1	72,8	199,8	201,4	99,9	91,6	16,9	8,0	100

Tabuľka 2: Priemerné hodnoty znakov genotypov a kontrolných odrôd pšenice letnej f. ozimná hodnotených vo vegetácii 2011/12 v Piešťanoch

Genotyp, kontrola (K)	Klasenie (dni od 1.5.)	Múčnatka trávová (1-9)	Výška (cm)	Hmotnosť zrna/1 klas (g)	HTS (g)	Podiel zrna > 2,5 mm (%)
V1 687	18 ^{de}	3,7 ^d	107,3 ^e	2,27 ^{bc}	49,6 ^e	96,8 ^{ef}
V1 702	23 ^f	2,3 ^{ab}	98,1 ^d	2,25 ^{bc}	51,6 ^e	94,7 ^{de}
V1 704	22 ^f	3,7 ^d	91,8 ^{bc}	2,04 ^{ab}	43,3 ^{abc}	95,7 ^{de}
V1 706	20 ^{ef}	2,7 ^{bc}	95,6 ^{cd}	2,22 ^{abc}	45,6 ^{cd}	93,7 ^{cd}
V2 57	22 ^f	1,7 ^a	92,0 ^{bc}	2,12 ^{abc}	42,8 ^{ab}	88,9 ^a
PS 62/0	17 ^{cd}	3,0 ^{bcd}	98,8 ^d	2,08 ^{abc}	51,2 ^e	98,5 ^f
K1 Ilona	10 ^a	4,7 ^e	90,1 ^{abc}	2,35 ^{bcd}	45,1 ^{bcd}	89,8 ^{ab}
K2 Torysa	15 ^{cd}	5,7 ^f	87,3 ^{ab}	2,69 ^d	57,0 ^f	98,4 ^f
K3 Venistar	12 ^{ab}	3,3 ^{cd}	87,6 ^{ab}	2,42 ^{cd}	41,9 ^a	91,7 ^{bc}
K4 Indigo	14 ^{bc}	2,7 ^{bc}	85,8 ^a	1,90 ^a	46,6 ^d	95,5 ^{de}
\bar{x}	17	3,3	93,4	2,23	47,5	94,4
LSD _{0,05}	3,28	0,95	5,46	0,34	2,42	2,24

Medzi priemermi označenými rovnakými písmenami nie sú štatisticky významné rozdiely ($P < 0,05$)

Názov: **Pestovateľské technológie a ich význam pre prax.**
Zborník zo 4. medzinárodnej vedeckej konferencie.

Autori: Kolektív

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

Recenzent: doc. Dr. Milan Macák, PhD.

Technický redaktor: Jarmila Poništová

Vydanie: prvé

Vydavateľ: Centrum výskumu rastlinnej výroby Piešťany
Bratislavská cesta 122, 921 68 Piešťany

Rok vydania: 2013

Počet strán: 173 strán

Tlač: CVRV Piešťany

Formát: A4

Náklad: 15 ks

Nepredajné/Určené pre vlastnú potrebu

ISBN 978-80-89417-51-3



9788089417513