



NÁRODNÉ POĽNOHOSPODÁRSKE
A POTRAVINÁRSKE CENTRUM
VÝSKUMNÝ ÚSTAV RASTLINNEJ
VÝROBY

PESTOVATEĽSKÉ TECHNOLOGIE A ICH VÝZNAM PRE PRAX



NPPC – Výskumný ústav rastlinnej výroby, 2015

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

Pestovateľské technológie a ich význam pre prax

Zborník zo 6. vedeckej konferencie s medzinárodnou účasťou
Piešťany, 1. decembra 2015

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

Autor: Kolektív

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

Zborník zo 6. vedeckej konferencie s medzinárodnou účasťou, Piešťany, 1.12. 2015

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

Recenzenti: doc. Ing. Jan Horáček, CSc.
 Ing. Severín Kubinec, CSc.

© Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav rastlinnej výroby

ISBN 978-80-89417-66-7

Obsah

Prednášky

KUNZOVÁ, E. – HLISNIKOVSÝ, L.: Pšenice ozimá: výsledky šedesátileté aplikácie statkových a minerálnych hnojív-----	7
SMATANOVÁ, M.: Poznatky s aplikáci organických hnojív v dlhodobých pokusech-----	12
SKALSKÝ, R. – TAKÁČ, J. – TARASOVIČOVÁ, Z. - HALAS, J. – BARANČÍKOVÁ, G. - BEZÁK, P. – VILČEK, J.: Modelovanie potenciálnych úrod pšenice, jačmeňa a kukurice ako vstupu pre bilanciu pôdneho organického uhlíka-----	17
HAŠANA, R. – HRČKOVÁ, K. – BUŠO, R.: Porovnanie vplyvu hnojenia a aplikácie pôdnej pomocnej látky na úrodu poľných plodín v osevnom postupe s nižšou intenzitou vstupov-----	21
BABULICOVÁ, M.: Vplyv rôzneho podielu obilnín v osevných postupoch na produkčnú schopnosť pšenice letnej formy ozimnej-----	29
BUŠO, R. – HAŠANA, R.: Dynamika zmien zhutnenia pôdy pri rôznych poveternostných pomeroch-----	35
ŽEMBERY, J. – HANÁČKOVÁ, E.: Formovanie úrodovných prvkov a úrod kukurice v závislosti od obrábania pôdy, hnojenia a ročníka-----	39
HALMO, S. – SZLOVÁKOVÁ, T. – ŠIMANSKÝ, V. – CHLPÍK, J. – POLLÁKOVÁ, N.: Porovnanie miery zhutnenia hnedozeme obrábanej bezorbovou a konvenčnou technológiou-----	45
CANDRÁKOVÁ, E.: Reakcia zrnových plodín na obrábanie pôdy-----	49
ŽOFAJOVÁ, A. – BOJNANSKÁ, K. – GUBIŠOVÁ, M. – GUBIŠ, J.: Sida obojpohlavná – pestovanie a využitie-----	55

Postery

HRČKOVÁ, K. – HAŠANA, R. – ŽÚŽI, B.: Zlepšenie klíčenia a rastu pšenice v rôznych podmienkach vlhkosti-----	61
MALOVCOVÁ, E. – SEKERKOVÁ, M.: Účinky fungicídneho ošetrenia a odrody na úrodu a úrodovné ukazovatele pšenice letnej formy ozimnej-----	65
ŠIMANSKÝ, V. – CHLPÍK, J. – POLLÁKOVÁ, N.: Štruktúra pôdy vo vinohrade-----	69
TARASOVIČOVÁ, Z. – BARANČÍKOVÁ, G. – HALAS, J. – SKALSKÝ, R. – KOCO, Š.: Analýza štruktúry osevu a dávok organického hnojenia v regióne Ondavská vrchovina vo vzťahu k pôdnemu organickému uhlíku	73
ČUNDERLÍK, J.: Obnova trávneho porastu v rámci agroekosystémových služieb-----	78
DUGÁTOVÁ, Z. - MARTINCOVÁ, J. - JANČOVÁ, M. - POLLÁK, Š. – KIZEKOVÁ, M.: Kvalita trávnych porastov v pasienkovom chove dojníc v lokalite Tajov-----	82
VARGOVÁ, V. – JANČOVÁ, E. – KOVÁČIKOVÁ, Z. – MICHALEC, M.: Dopad dlhodobej intenzifikácie na podporné služby aluviálnej lúky-----	86
KIZEKOVÁ, M. – JANČOVÁ, E. – MARTINCOVÁ, J. – JANČOVÁ, M. – DUGÁTOVÁ, Z. – POLLÁK, Š. – KANIANSKA, R. – MAKOVNÍKOVÁ, J.: Primárna produkcia – ekosystémová služba dočasných trávnych porastov-----	90
KOVÁČ, L. – JAKUBOVÁ, J. – KOTOROVÁ, D.: Ekonomická analýza pestovania viacročných krmovín na Východoslovenskej nížine-----	94

PREDSLOV

Pracovníci Národního poľnohospodárskeho a potravinárskeho centra – Výskumného ústavu rastlinnej výroby – Oddelenia pestovateľských systémov v Piešťanoch usporiadali šiestu vedeckú konferenciu s medzinárodnou účasťou „PESTOVATEĽSKÉ TECHNOLOGIE A ICH VÝZNAM PRE PRAX“ dňa 1.XII.2015.

Cieľom vedeckej konferencie bolo formou prednášok a diskusie poukázať na problémy poľnohospodárskej praxe, možnosti ich riešenia a postupy na dosiahnutie konkurencieschopnej rastlinnej výroby. V príspevkoch sme sa zamerali na optimalizáciu pestovateľských technológií obilnín, ale nechýbali ani príspevky venujúce sa trávny porastom, energetickým plodinám a viacročným krmovinám. Dlhodobé pokusy predstavujú neoceniteľný potenciál v sledovaní dynamiky vývoja úrod v meniacich sa podmienkach klimatických zmien. Vo viacerých prednáškach sme sa mohli oboznámiť s výsledkami z dlhodobých pokusov. Dôležitou témou vo viacerých príspevkoch boli vzťahy medzi úrodami obilnín a pôdnymi vlastnosťami (variabilita pôdných vlastností, bilancia pôdneho organického uhlíka, zhutnenie pôdy). V príspevkoch venovaných pestovateľským technológiám obilnín boli zohľadnené viaceré agrotechnické opatrenia vplývajúce na kvantitu a kvalitu poľnohospodárskej produkcie (osevné postupy, rôzne varianty minerálneho a organického hnojenia, ochrana plodín, obrábanie pôdy, použitie pôdných pomocných látok).

Akceptovali sme všetky prihlásené príspevky, ktoré posúdili dvaja recenzenti: doc. Ing. Jan Horáček, CSc. (ČZU České Budějovice) a Ing. Severín Kubinec, CSc.

Sme presvedčení, že publikované práce v zborníku svojím zameraním budú prínosom hlavne pre širokú poľnohospodársku prax a tiež pre pracovníkov, ktorí pracujú v oblasti vedy a výskumu.

Kolektív autorov

PŠENICE OZIMÁ: VÝSLEDKY ŠEDESÁTILETÉ APLIKACE STATKOVÝCH A MINERÁLNÍCH HNOJIV

Winter wheat: results of the sixty years of application of organic manures and mineral fertilizers

EVA KUNZOVÁ – LUKÁŠ HLISNIKOVSÝ

Výzkumný ústav rostlinné výroby - Hospodaření se živinami v agroekosystémech

Main objective of this study was to analyze the effect of application of no fertilization (Control treatment), organic manures (farmyard manure, stale and poultry slurry) and NPK on winter wheat grain yield over last 60 years.

The mean grain yield was 5.3 t.ha⁻¹ during the first period of our experiment (1959-1968), ranging from 5,08 t.ha⁻¹ (Control treatment) to 5,43 t.ha⁻¹ (farmyard manure). No significant differences between fertilizer treatments and relatively high yields of Control treatments this period show the abnormally high natural fertility of the soil, which could provide sufficient amount of nutrients to old, long straw wheat cultivars. In the last period of our experiment (2004-2013), the average grain yield increased to 7,7 t.ha⁻¹, ranging from 7,01 t.ha⁻¹ (Control treatment) to 8,23 t.ha⁻¹ (NPK). We recorded no significant differences between organic manures and only small, though statistically significant, differences between NPK and stale. The soil was still strong enough to produce high grain yields even without fertilizer inputs, but the demands of the new, short straw wheat cultivars are higher as they can produce higher yields when sufficient nutrients income is secured.

Introduction of short straw varieties into our long-time experiment increased grain yields significantly. The mean grain yield of long straw varieties was 5,42 t.ha⁻¹, while the mean grain yield of short straw varieties was 7,23 t.ha⁻¹.

Key words: *Triticum aestivum, grain yield, farmyard manure, stale, poultry slurry, mineral fertilizers*

ÚVOD

Pšenice ozimá má v západní civilizaci výsostní postavení, je to naše nejhojněji pěstovaná a využívaná obilovina. V celosvětovém měřítku je pšenice třetí nejvíce pěstovanou obilovinou, následující kukuřici a rýži (FAO, 2014). Oblíbenost pšenice, resp. výrobků z ní, začala narůstat ve druhé polovině dvacátého století, které bylo pro vývoj pšenice velice významné.

Průměrný výnos pšenice v české části republiky padesátých let byl přibližně 2,08 t.ha⁻¹ (1948-1959, ČSÚ). Díky znalostem a zkušenostem z oblasti výživy rostlin, ochrany rostlin a šlechtění dosáhli lidé v průběhu následujících čtyřiceti až padesáti let nárůstu výnosu až o 250 % (Calderini a Slafer, 1998). Jak uvádí Dixon (2007), průměrný výnos pšenice v celosvětovém měřítku stoupl z 1,49 t.ha⁻¹ v sedmdesátých letech dvacátého století na 3 t.ha⁻¹ v roce 2010. Tohoto navýšení výnosů bylo díky socio-ekonomickým změnám dosaženo snadnějším přístupem k minerálním hnojivům. Dle Jaggarda et al. (2010) došlo mezi léty 1950 až 1980 ke globálnímu nárůstu aplikovaného dusíku z 50 na 180 kg ha⁻¹. Positivní vztahy mezi vyššími dávkami aplikovaného dusíku a vyššími výnosy jsou podloženy výsledky mnoha experimentů (López-Bellido et al. 1998; Blandino et al. 2009). Dalším důležitým faktorem, který se v průběhu 20. století podílel na navýšení výnosů pšenice, byla genetika. Jedním z největších přínosů z této oblasti bylo vyvinutí krátkostébelnatých kultivarů, které lépe odolávají poléhání a v porovnání se staršími kultivary dříve dosahují kvetení (Austin, 1999).

V rámci tohoto článku chceme zhodnotit vývoj výnosů pšenice ozimé v dlouhodobém výživářském pokusu v Praze Ruzyni za posledních 60 let a vyhodnotit vliv aplikace statkových a minerálních hnojiv.

MATERIÁL A METODY

Dlouhodobý výživářský pokus v Praze Ruzyni se v současné době skládá z celkem pěti honů a byl založen v roce 1955. Pro účely tohoto článku jsme vybrali výsledky výnosů pšenice ozimé z honu č. 2, jehož osevni postup se skládá z obilovin (45 %), okopanin (33 %) a pícnin (22 %), a hodnotili jsme výsledky variant kontrola (nehnojené parcelky), NPK, hnůj, močůvka a drůbeží kejda. Dávky hnojiv v jednotlivých letech se lišily v závislosti na předplodině. Konkrétní dávky hnojiv jsou znázorněny v Tab. 1. Kultivary pšenice ozimé byly v jednotlivých letech Pyšelka (1959), Hadmerslebener (1963), Mironovská 808 (1968, 1972), Jubilar (1977, 1981), Sandra (1986), Zdar (1990), Samanta (1995,

1999), Alka (2004), Barroko (2008) a Mulan (2013). Pro účely tohoto článku jsme hodnotili výsledky výnosů ze dvou etap dlouhodobého pokusu. První etapa (1959-1968) charakterizuje první desetiletí, ve kterém se na honu číslo 2 pěstovala pšenice ozimá. Druhá etapa (2004-2013) charakterizuje poslední desetiletí, ve kterém se na honu číslo 2 pěstovala také pšenice ozimá.

Tabulka 1. Dávky aplikovaných minerálních (NPK) [$\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$] a statkových hnojiv (Hnůj, Močůvka, Kejda drůbeže) [$\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$] v průběhu dlouhodobého ruzyňského pokusu.

Rok	NPK	Hnůj	Močůvka	Drůbeží kejda
1959	40, 48, 96	0	0	0
1963	40, 48, 96	15	30	43
1968	40, 48, 96	21	40	60
2004	40, 48, 96	21	40	60
2008	40, 48, 96	15	30	43
2013	40, 48, 96	21	40	60

Ruzyňský výživářský experiment se nachází na západním okraji Prahy ($50^{\circ}05'15''\text{N}$; $14^{\circ}17'28''\text{E}$), průměrná teplota je zde $8,5^{\circ}\text{C}$, úhrn ročních srážek je $498,3\text{ mm}$ (meteorologická stanice Ruzyně) a leží v nadmořské výšce 338 m.n.m. Půdní typ, na kterém experiment probíhá, je luvisol (LV), spodní voda se nachází přibližně 20 m pod hladinou a hodnota půdního pH (H_2O) byla před založením pokusu $6,5$.

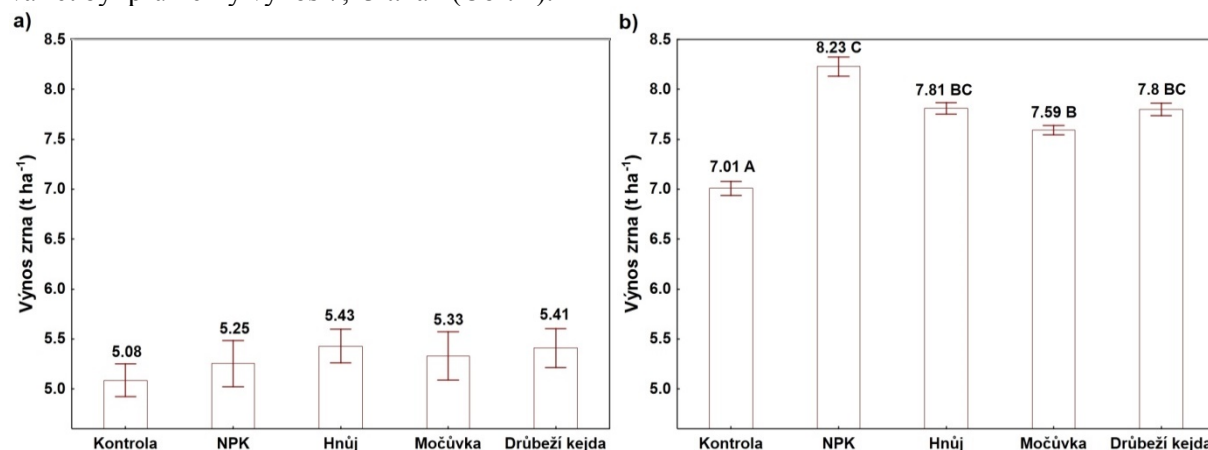
Statistickou analýzu jsme provedli pomocí jednofaktorové analýzy variant (ANOVA) v programu STATISTICA 12.0 (StatSoft, 2015). V případě zjištění statisticky významných odchylek mezi sledovanými parametry jsme provedli post hoc test (Tukey HSD) pro rozlišení jednotlivých rozdílů.

VÝSLEDKY

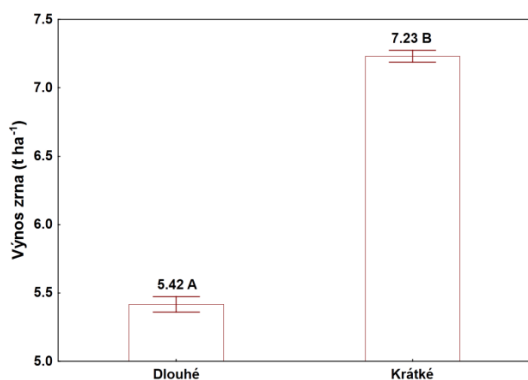
V průběhu první etapy dlouhodobého pokusu v Praze Ruzyni (1959 – 1968) jsme mezi jednotlivými variantami hnojení nezaznamenali žádné statisticky významné rozdíly ve výnosech zrna (d.f. = 4, $F = 0,118$, $p = 0,976$) (Obr. 1a). Výnos zrna se pohyboval mezi $5,08\text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (Kontrola) a $5,43\text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (hnůj) s průměrným výnosem $5,3\text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$.

V posledním desetiletí Ruzyňského experimentu jsme již mezi jednotlivými variantami zaznamenali statisticky významné rozdíly (d.f. = 4, $F = 10,5$, $p < 0,001$) (Obr 1b). Výnos zrna mezi jednotlivými variantami kolísá od $7,01\text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (Kontrola) do $8,23\text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (NPK) s průměrným výnosem zrna $7,7\text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Statisticky průkazný rozdíl jsme zaznamenali mezi výnosy zrna v závislosti na délce stébla variety pšenice. Zatímco průměrný výnos dlouhostébelnatých variet byl $5,42\text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, u krátkostébelnatých variet byl průměrný výnos $7,23\text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (Obr. 2).



Obr. 1. Výnosy pšenice ozimé [$\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$] v závislosti na variantě hnojení (Kontrola, NPK, Hnůj, Močůvka, Drůbeží kejda) v a) první (1959-1968) a b) poslední (2004-2013) etapě Ruzyňského dlouhodobého pokusu.

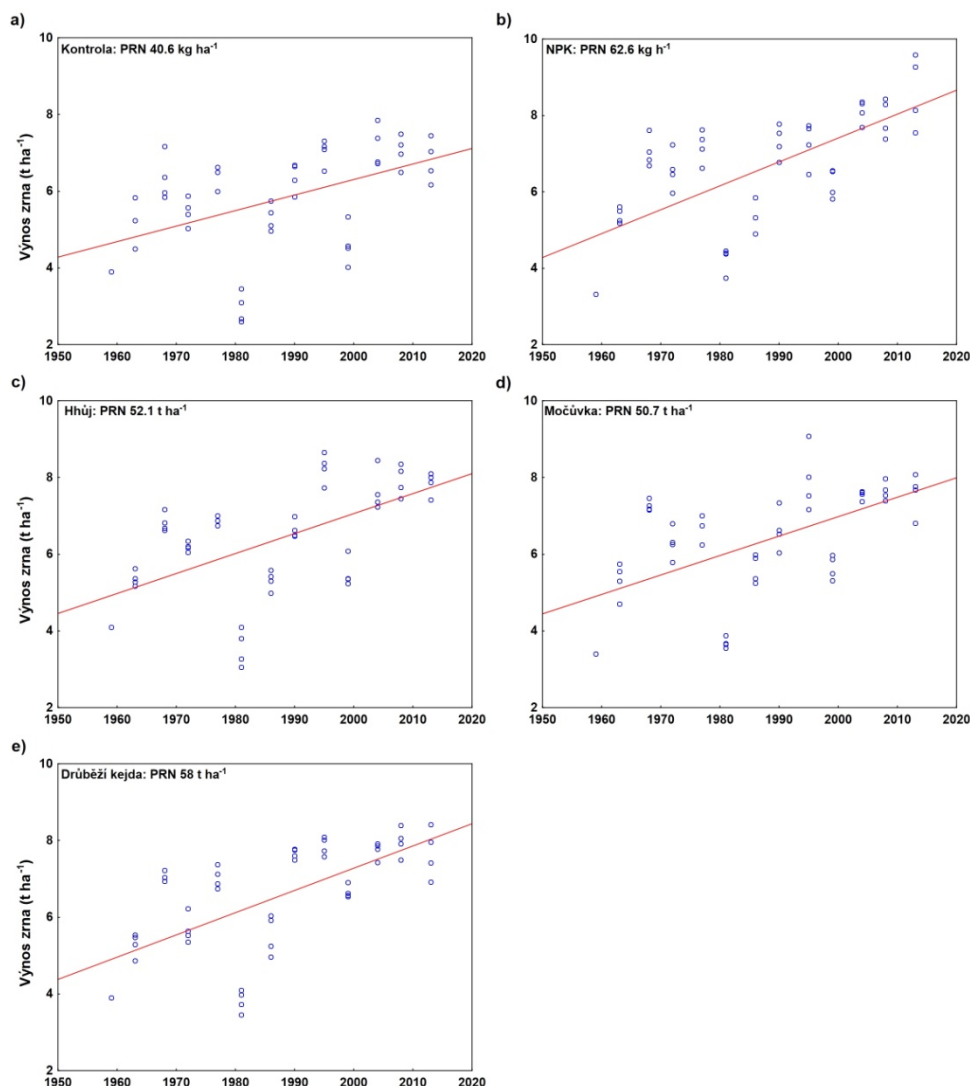


Obr. 2. Výnosy pšenice ozimé v závislosti na délce stébla (dlouhé, krátké) pěstovaného kultivaru.

DISKUSE

Žádné statisticky průkazné rozdíly ve výnosech zrna v první etapě dlouhodobého pokusu (Obr. 1a.) mohou souviset s několika aspekty. Prvním je půda, která je na stanovišti dlouhodobého pokusu velice úrodná. Jak uvádí Hejman a Kunzová (2010), luvisoly jsou svou úrodností ve Střední Evropě přímo porovnatelné s černozeměmi. Tato půda, společně v kombinaci s dobře sestaveným osevním postupem, dokázala poskytnout dostatek živin i pro nehnojené, kontrolní parcelky, což se projevilo průměrným ročním nárůstem výnosů $40,6 \text{ kg ha}^{-1}$ za celou dobu experimentu (Obr. 3a). O mimořádné úrodnosti půdy svědčí i porovnání s republikovými výnosy v témže období, které se pohybovaly kolem hodnoty $2,7 \text{ t.ha}^{-1}$, kdežto průměrný výnos zrna se ve vybraných variantách pohyboval na hranici $5,3 \text{ t.ha}^{-1}$. To, že se aplikace minerálních hnojiv a statkových hnojiv na výnosech průkazně neprojevily, spatřujeme v dosažení maximálních limitů tehdejších kultivarů, stejně jako jsme dosáhli výnosových limitů kultivarů v dnešní době (Calderini a Slafer, 1998).

V poslední etapě dlouhodobého pokusu byly již rozdíly mezi jednotlivými variantami více výrazné, především mezi kontrolní a ostatními hnojenými variantami (Obr. 1b.). Souvislost vidíme v zařazení krátkostébelnatých variet pšenice ozimé na počátku 90. let. Moderní variety pšenice jsou vyšlechtěny s potenciálem produkovat vyšší výnosy, nicméně jejich požadavky na živiny jsou rovněž vyšší a nehnojené parcelky nebyly v průběhu času schopny poskytnout dostatečné množství živin pro předpokládanou hladinu výnosů. I tak byly výnosy u nehnojené varianty v průměru 7 t.ha^{-1} a průměrný výnos pšenice ozimé byl ve sledovaném období $7,7 \text{ t.ha}^{-1}$. Nejvyšší výnosy jsme zaznamenali u varianty NPK, u které jsme z jednotlivých variant rovněž zaznamenali nejvyšší průměrný roční nárůst ($62,6 \text{ kg ha}^{-1}$, Obr. 3b). Zatímco minerální hnojiva dokážou v relativně krátké době poskytnout velké množství snadno přístupných živin, u statkových hnojiv, jejichž výnosy a průměrné roční nárůsty výnosů se pohybovaly mezi výsledky varianty kontrola a NPK (Obr. 3c, 3d, 3e), tomu tak není. Mezi jednotlivými statkovými hnojivami jsme nezaznamenali významné rozdíly, jejich dlouhodobý účinek byl srovnatelný.



Obr. 3. Výnosy pšenice ozimé [t.ha⁻¹] na honu č. 2 v letech 1959-2013 v závislosti na variantě hnojení: a) Kontrola, b) NPK, c) Hnůj, d) Močůvka a e) Drúběží kejda. PRN – průměrný roční nárůst hektarového výnosu získaného z regresní rovnice.

Z celkového množství živin obsažených v hnoji se v průběhu prvního roku po aplikaci uvolní přibližně 35 % dusíku, v průběhu druhého a třetího roku to je přibližně 9-10 % a 3-5 % (Pratt et al., 1973, Klausner et al., 1994). Proces mineralizace statkových hnojiv je navíc závislý na průběhu počasí. V průběhu období s nedostatkem srážek se mineralizace zpomaluje, naopak v obdobích s dostatkem srážek probíhá rychleji (Cassman et al., 1980). Statková hnojiva byla navíc aplikována k předplodinám, v některých případech i více než rok před zasetím pšenice ozimé. Přesto byly rozdíly mezi variantami hnojenými statkovými hnojivy a NPK relativně malé, statisticky významné byly pouze mezi NPK a močůvkou.

ZÁVĚR

1. Díky velice úrodné půdě a nižším nárokům pšeničných kultivarů padesátých let na živiny jsme v první etapě dlouhodobého pokusu nezaznamenali žádné rozdíly ve výnosech pšenice ozimé v závislosti na variantě hnojení. Průměrný výnos byl za vybrané varianty hnojení a ve sledovaném období 5,3 t.ha⁻¹.
2. Dlouhodobá aplikace statkových hnojiv měla na výnosy pšenice ozimé pozitivní vliv, jejich aplikace však byla omezena skladbou osevního postupu. Nejlépe se na výnosech projevila dlouhodobá aplikace minerálních hnojiv. Průměrný výnos byl za vybrané varianty hnojení a ve sledovaném období 7,7 t.ha⁻¹.
3. Zavedení krátkostébelnatých kultivarů představovalo v průběhu 20. století i v průběhu Ruzyňského dlouhodobého pokusu významné navýšení výnosů pšenice ozimé. Průměrný výnos dlouhstébelnatých variet byl 5,42 t.ha⁻¹, u krátkostébelnatých variet jsme zaznamenali průměrný výnos 7,23 t.ha⁻¹.

Článok byl zpracován na základě výsledků projektů MZe ČR RO0415 a QJ1210211.

LITERATURA

- AUSTIN, R. B. 1999: Yield of wheat in the United Kingdom: recent advances and prospects. In: *Crop Sci.* č. 39, s. 1604 - 1610.
- BLANDINO, M, REYNERI, A. 2009: Effect of fungicide and foliar fertilizer application to winter wheat at anthesis on flag leaf senescence, grain yield, flour bread-making quality and DON contamination. In: *Europ J Agron*, č. 30, s. 275 - 282.
- CALDERINI, D. F., SLAFER, G. A. 1998: Changes in yield and yield stability in wheat during the 20th century. In: *Field Crop Res*, č. 57, s. 335 - 347.
- CASSMAN, K. G, MUNNS, D. N. 1980: Nitrogen mineralization as affected by soil moisture, temperature, and depth. In: EGHBALL, B., WIENHOLD, B. J., GILLEY, J. E., EIGENBERG, R. A. 2002. *Mineralization of Manure Nutrients. Biological Systems Engineering: Papers and Publications.* Paper 139.
- DIXON, J. 2007: The economics of wheat: research challenges from field to fork. In: BUCK, H.T., NISI, J. E., SALOMON, N. (Eds.), *Wheat Production in Stressed Environments*, Springer, Dordrecht.
- FAO, 2014. *FAO Statistical Yearbook 2014. Food and Agriculture Organization of the United Nations*, Rome, available at: <http://www.fao.org/3/a-i3621e.pdf>, accessed 25.03.2015.
- HEJCMAN, M., KUNZOVA, E. 2010: Sustainability of winter wheat production on sandy-loamy Cambisol in the Czech Republic: Results from a long-term fertilizer and crop rotation experiment. In: *Field Crop Res*, č. 115, s: 191 - 199.
- JAGGARD, K. W., AIMING, Q., OBER, E. S. 2010: Possible changes to arable crop yields by 2050. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 365 (1554), s. 2835 - 2851.
- KLAUSNER, S. D, KANNEGANTI, V.R., BOULDIN, D.R. 1994: An approach for estimating a decay series for organic nitrogen in animal manures. In: EGHBALL, B., WIENHOLD, B. J., GILLEY, J. E., EIGENBERG, R. A. 2002. *Mineralization of Manure Nutrients. Biological Systems Engineering: Papers and Publications.* Paper 139.
- LÓPET-BELLIDO, L., FUENTES, M., CASTILLO, J. E., LÓPET-GARRIDO, F. J. 1998: Effects of tillage, crop rotation and nitrogen fertilization on wheat-grain quality grown under rainfed Mediterranean conditions. In: *Field Crop Res*, č. 57, s. 265 - 276.
- PRATT, P.F., BROADBENT, F.E., MARTIN, J. P. 1973. Using organic wastes as nitrogen fertilizers. In: EGHBALL, B., WIENHOLD, B. J., GILLEY, J. E., EIGENBERG, R. A. 2002. *Mineralization of Manure Nutrients. Biological Systems Engineering: Papers and Publications.* Paper 139.

Adresa autorů:

Ing. Lukáš Hlisenik, Ph.D., Výzkumný ústav rostlinné výroby, Drnovská 507, 161 01, Praha 6, Ruzyně, e-mail: l.hlisenik@vurv.cz

Ing. Eva Kunzová, CSc., Výzkumný ústav rostlinné výroby, Drnovská 507, 161 01, Praha 6, Ruzyně, e-mail: kunzova@vurv.cz

POZNATKY S APLIKACÍ ORGANICKÝCH HNOJIV V DLOUHODOBÝCH POKUSECH

Knowledge of application of organic fertilizers in long-term experiments

MICHAELA SMETANOVÁ

Central Institute for Supervising and Testing in Agriculture Brno, Hroznová 63/2, 656 06 Czech Republic, michaela.smatanova@ukzuz.cz

In the Czech Republic, the Central Institute for Supervising and Testing in Agriculture set-up long-term field experiments under different soil and climatic conditions on 11 places. Experiment Monitoring of the impact of intensified rate of fertilization on crop yields and soil agrochemical properties administrated since 1972, has 12 treatments involves organic and intensified mineral fertilization and liming and located are in sugar beet (SGBA) and potato areas (PGA).

The results of trials are gaining the importance especially at a time when the low intensity of fertilization and liming begins noticeably manifesting by degradation of available nutrients supplies in soil and increasing of acid soils proportion.

Key words: long term field experiment, farm yard manure, winter wheat

ÚVOD

Výměra zemědělské půdy v České republice v roce 2014 činila 3 516 tis. ha, tj. o 5 tis. ha méně než v roce 2013. Výměra orné půdy zaujímá 2 489 tis. ha, což je snížení o 12 tis. hektarů. Její podíl na celkové zemědělské půdě je 70,8 %. Obiloviny jsou pěstovány na 57,2 % osevní plochy (56,7 % orné půdy), z toho nejrozšířenější obilovina pšenice ozimá zaujímá 32,0 % osevní plochy. Obilovinami osetá plocha ve výši 1 411 tis. ha je o 17 tis. ha (o 1,2 %) nižší než v roce minulém.

Základem pěstitelsky-ekonomického úspěchu, je volba vhodné odrůdy pro zvolený účel a dané klimatické a půdní podmínky, kvalitní osivo a odpovídající agrotechnika a vyvážené střídání plodin. Samozřejmým předpokladem dobrého výnosu je i náležitá péče o půdu, ve smyslu pravidelného doplňování živin odčerpávaných výnosy, a to jak minerálními hnojivy, tak organickými, které zaručují udržení stabilní půdní úrodnosti.

MATERIÁL A METODY

Stacionární pokus "Sledování vlivu stupňované intenzity hnojení na výnosy plodin a agrochemické vlastnosti půdy" je prováděný na 11 experimentálních místech v různých půdně-klimatických podmínkách řepařské a bramborářské oblasti České Republiky od roku 1972 s jednotnou metodikou.

Tabulka 1. Kombinace hnojení

Kombinace hnojení	minerální hnojení			organické hnojení	vápnění
	N	P	K		
1		0	0	0	0
2	0	0	0	chlévkový hnůj	dle potřeby zásobně
3	2	2	0		
4	2	2	1		
5	2	2	2		
6	2	2	3		
7	2	0	2		
8	2	1	2		
9	2	3	2		
10	1	1	1		
11	3	3	3		
12 ¹⁾	2	2	2		
12 ²⁾	3	3	3		

1) v řepařské výrobní oblasti (na rozdíl od kombinace 5 hnojeno každoročně)

2) v bramborářské výrobní oblasti (na rozdíl od kombinace 11 bez vápnění)

V pokusu je zařazeno 12 kombinací (tabulka 1), které zahrnují organické a minerální hnojení a vápnění. Na všech zkušebních místech je uspořádání shodné, pouze kombinace 12 je hnojena v závislosti na výrobním typu. Každá kombinace je šestkrát opakována.

Pokusné plodiny jsou řazeny do pravidelných osevních sledů (tabulka 2). První dva osevní sledy (1972 - 1980 a 1981 - 1989) byly devítihonné, další dva (1990 - 1997 a 1998 - 2005) osmihonné, s 50 % zastoupením obilnin, 25 % jetelovin a 25 % okopanin.

Tabulka 2. Osevní sled podle výrobních oblastí

rok osevního sledu	výrobní oblast	
	řepařská (ŘO)	bramborářská (BO)
1	oves - vojtěška	oves - jetel
2	vojtěška	jetel
3	pšenice ozimá	
4	brambory rané	
5	pšenice ozimá	
6	ječmen jarní	
7	cukrovka	brambory
8	ječmen jarní	

Úroveň hnojení a použitá hnojiva

Dusík, fosfor a draslík jsou aplikovány v minerálních hnojivech ve třech hladinách (1 - nízká, 2 - střední, 3 - vysoká) viz tabulka 3 [1]. V řepařské oblasti jsou kombinace 3 až 11 hnojeny fosforem a draslíkem zásobně, kombinace 12 se střední hladinou všech živin, pro srovnání s kombinací 5, každoročně. V bramborářské oblasti jsou zásobně hnojeny kombinace 3 až 12. Kombinace 11 a 12 s vysokou hladinou všech živin se liší vápněním. Kombinace 12 se nevápni pro zjištění vlivu vysokých dávek hnojiv na půdní reakci.

Ke hnojení pokusů se používají běžná minerální hnojiva. Dusík je při přípravě půdy k setí a sázení aplikován v síranu amonném, k přihnojení na list se používá ledek amonný s vápencem. Zdrojem fosforu je granulovaný superfosfát, draslík je dodáván ve formě draselné soli. Chlévským hnojem v množství 40 t.ha⁻¹ se hnojí dvakrát za osevní postup k okopaninám [3]. Během osevního postupu se rovněž dvakrát vápní mletým vápencem podle potřeby vyplývající z kritérií agrochemického zkoušení půd, tj. podle druhu půdy a průměrné hodnoty pH dané kombinace.

Tabulka 3. Průměrné roční dávky živin v minerálních hnojivech za všechny osevní sledy

výrobní oblast	hladina živin	minerální hnojení v kg/ha čistých živin		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
řepařská	1 - nízká	58	48	61
	2 - střední	87	76	97
	3 - vysoká	115	112	143
bramborářská	1 - nízká	58	53	69
	2 - střední	88	80	108
	3 - vysoká	117	116	158

VÝSLEDKY A DISKUSE

Vliv osevního sledu

Zlepšující vliv jetelovin a organického hnojení okopanin na výnos je natolik zajímavý, že zhodnocení je provedeno detailně u pokusů umístěných jak v bramborářské, tak řepařské oblasti. Zhodnocení je zaměřeno na stěžejní výnosotvorné zlepšující opatření v osevním sledu dlouhodobého pokusu. Na jeho počátku je to zařazení jetele či vojtěšky, pravidelné hnojení brambor chlévským hnojem ve třetím roce na podzim. V šestém roce osevního sledu následuje již druhá aplikace chlévského hnoje k okopanině (k bramborám a cukrovce).

Nejvýznamnější předplodinou celého osevního sledu v bramborářské oblasti (tabulka 4) je jednoznačně jetel, po němž pěstovaná pšenice dosahovala výnosy od 5,63 do 7,56 t/ha. Po organicky hnojených bramborách ve čtvrtém roce osevního sledu výnos pšenice dosahoval od 4,62 do 7,63 t/ha. Na výnosy ječmene zařazeného v posledním roce sledu po okopanině, je zcela zřejmý pozitivní vliv hnoje 3,40 t/ha, což je o 0,53 t/ha více oproti nehnojené kontrole (2,87 t/ha). Pozitivní vliv jetele se obzvláště projevuje u kontroly a hnojem hnojené kombinace. Naproti tomu stupňování živin v takto sestaveném osevním sledu má jen malý vliv a rozdíly po hnojení střední a vysokou hladinou živin jsou zanedbatelné. I při nízké hladině živin za předpokladu zařazení zlepšující předplodiny jsou dosahovány trvale nadprůměrné výnosy [2].

Procentní vyjádření výnosu příslušné kombinace vypočítané ze sumární produkce osevního sledu činilo u pšenice po jeteli 12,85% - 16,1 %, což je vůbec nejvyšší podíl ze všech plodin. Organicky hnojené brambory jsou rovněž dobrou předplodinou pšenice, neboť její výnosy za celý sled po bramborách kolísaly od 12,96 % - 13,23 % produkce osevního sledu. Výnos ječmene po hnojem hnojené okopanině na konci osevního sledu činil 8,20 - 9,25 % produkce osevního sledu a dosahoval od 2,87 - 5,45 t/ha. Vliv chlévského hnoje na výnos se jasně projevil, stejně jako stupňování všech živin, na které ječmen reaguje pozitivně.

Tabulka 4. Vliv jetele a organického hnojení u okopanin na výnos při stupňovaném hnojení v osevním sledu bramborářské oblasti

Kombinace hnojení	Předplodina v osevním sledu pokusu	Hodnocená plodina v osevním sledu pokusu	Průměrný výnos hodnocené plodiny t/ha	Vliv hodnocené předplodiny na výnos následné plodiny - suma výnosů za osevní sled =100 %
1. Kontrola	jetel	ozimá pšenice	5,63	16,10
2. Chl. hnůj			5,88	15,05
5. N1P1K1			7,27	13,88
10.N2P2K2			7,63	13,55
11.N3P3K3			7,56	12,85
1. Kontrola	brambory	ozimá pšenice	4,62	13,23
2. Chl. hnůj			5,04	12,90
5. N1P1K1			7,20	13,74
10.N2P2K2			7,55	13,41
11.N3P3K3			7,63	12,96
1. Kontrola	brambory	ječmen	2,87	8,20
2. Chl. hnůj			3,40	8,70
5. N1P1K1			4,78	9,13
10.N2P2K2			5,19	9,22
11.N3P3K3			5,45	9,25

Vojtěška na pokusných stanovištích na úrodnějších půdách a v obecně příznivějších půdně-klimatických podmínkách (tabulka 5) je rovněž nejvhodnější předplodinou osevního sledu. Stabilní výnosy pšenice (7,02-7,66 t/ha) lze připisat právě zařazení jetelovin, které zanechávají následným plodinám dostatek živin, převážně dusíku, a to i na nehnojené kontrole (7,02 t/ha) či hnojem hnojené (7,21 t/ha) kombinaci. Stupňování hladiny všech tří živin se příliš neprojevilo. Procentní vyjádření podílu výnosu pšenice zařazené po vojtěšce za osevní sled je o něco nižší než v bramborářské oblasti a činí 11,93-14,68 %. Ozimá pšenice v pátém roce po hnojem hnojených bramborách dosáhla výnosů v rozmezí 5,90-6,64 t/ha. Pokles je zřetelný zejména u kontroly a po hnojení samotným chlévským hnojem. Podobné zjištění je patrné i u ječmene v závěru osevního sledu po organicky hnojené cukrovce. Rozdíly ve výnosu ječmene mezi výrobními oblastmi zejména u kontroly a po hnojení hnojem jsou výraznější než po stupňovaném minerálním hnojení. Výnos ječmene na výrobnosti celého osevního sledu se podílel od 7,39 - 8,78 %.

Tabulka 5. Vliv vojtěšky a organického hnojení na výnos při stupňovaném hnojení v řepařské oblasti

Kombinace hnojení	Předplodina v osevním sledu pokusu	plodina v osevním sledu pokusu	Průměrný výnos hodnocené plodiny t/ha	Vliv hodnocené předplodiny na výnos následné plodiny - suma výnosů za osevní sled=100 %
1. Kontrola	vojtěška	ozimá pšenice	7,02	14,68
2. Chl. hnůj			7,21	13,46
5. N1P1K1			7,77	12,44
10.N2P2K2			7,63	12,01
11.N3P3K3			7,66	11,93
1. Kontrola	brambory	ozimá pšenice	5,90	12,33
2. Chl. hnůj			6,54	12,20
5. N1P1K1			7,14	11,44
10.N2P2K2			6,97	10,97
11.N3P3K3			6,64	10,35
1. Kontrola	cukrovka	ječmen jarní	3,54	7,39
2. Chl. hnůj			4,23	7,89
5. N1P1K1			5,40	8,65
10.N2P2K2			5,52	8,69
11.N3P3K3			5,63	8,78

Účinnost zásobního a každoročního hnojení

Vliv zásobního a každoročního hnojení fosforem a draslíkem je možno na stanovištích v řepařské oblasti vyhodnotit porovnáním kombinací 5 se střední hladinou živin (N2P2K2 - zásobní hnojení) a 12 (N2P2K2 - každoroční hnojení). Nejvyšší účinnost každoročního hnojení je patrná na luvizemi v Uherském Ostrohu (UHO: +3,75-6,50 %) a Pustých Jakarticích (PJA: 1,05-2,03 %). Naproti tomu méně účinné se jeví zásobní hnojení na černozemi v Žatci (ZAT: -0,48-5,5 %). Rozdíly ve výrobnosti hlavního a vedlejšího sklizňového produktu za delší časové období nejsou příliš výrazné, mají však stoupající trend (tabulka 6).

Tabulka 6. Porovnání účinnosti zásobního a každoročního hnojení na výrobnost (OJ/ha)

kombinace hnojení	osevní postup /sledované období	Výrobnost hlavního a vedlejšího produktu									
		Jakartice	%	Ostroh	%	Věrovany	%	Žatec	%	prům.	%
5.N ₂ P ₂ K ₂ zásobní hnojení	1972-2005	9,52	100	7,99	100	8,81	100	8,42	100	8,69	100
	1998-2005	7,61	100	7,54	100	9,23	100	6,55	100	7,73	100
	2006-2013	7,90	100	7,98	100	8,62	100	9,70	100	8,55	100
12.N ₂ P ₂ K ₂ každoroční hnojení	1972-2005	9,62	101,05	8,29	103,75	8,44	95,80	8,38	99,52	8,76	100,80
	1998-2005	7,71	101,31	8,03	106,50	8,88	96,21	6,54	99,85	7,82	101,16
	2006-2013	8,06	102,03	8,36	104,76	8,45	98,03	9,17	94,54	8,79	102,81

Účinnost vápnění

Účinnost vápnění se hodnotí na stanovištích v bramborářské oblasti, kde je zařazena kombinace bez vápnění 12 (N3P3K3), která je porovnání s vápněnou a stejnou hladinou hnojení u kombinace 11 (N3P3K3). Vliv vápnění na výrobnost hlavního a vedlejšího produktu od počátku vedení pokusu uvádí tabulka 8.

Tabulka 7. Porovnaní výměnné půdní reakce a obsahu přístupného Ca (mg.kg⁻¹) v půdě

pH a obsah Ca	1.Nehnojeno	2. CHL.HN.	10. N1P1K1	5. N2P2K2	11. N3P3K3	12.N3P3K3 nevápněná
pH/CaCl ₂	5,8	6,3	6,1	6,1	5,9	5,0
Ca 1972-2003	1669	2108	2025	2036	1985	1398
Ca 2009-2011	1685	1942	1895	1878	1798	1366

U kombinace 12 s dlouhodobou absencí vápnění se prohlubuje pokles výnosů. Pouze v Horažďovicích a na Vysoké byly rozdíly ve výnosech minimální. Zatímco před 10 lety [4] byla výrobnost nižší oproti vápněné kombinaci pouze na čtyřech stanovištích, v současnosti je deprese výnosů zřejmá již na šesti stanovištích, nejvýrazněji po celou dobu trvání pokusu na Chrastavě 8,16 % a Staňkově 12,25 %. Průměrný pokles výnosu za 7 pokusných stanovišť činí 3,76 %. Příčinou je pozvolné okyselení půdy (tabulka 7), horší využití živin, změny chemismu půd, slabší činnost půdních mikroorganismů a tím i rychlost rozkladu humusu, oslabená aktivita mikro a mezofauny.

Tabulka 8: Porovnaní účinnosti vápnění při nejvyšší hladině hnojení (OJ/ha)

kombinace hnojení	Dlouhodobá výrobnost hlavního a vedlejšího produktu 1972-2013							
	Horaždovice	%	Chrastava	%	Jaroměřice	%	Lípa	%
11.N3P3K3 vápněno	7,64	100	7,35	100	6,08	100	7,68	100
12.N3P3K3 NEvápněno	7,67	100,39	6,75	91,84	5,95	97,86	7,39	96,22
kombinace hnojení	Staňkov	%	Svitavy	%	Vysoká	%	průměr	%
11.N3P3K3 vápněno	6,83	100	7,32	100	7,05	100	7,14	100
12.N3P3K3 NEvápněno	6,08	89,02	7,12	97,27	7,11	100,85	6,87	96,24

ZÁVĚR

Výsledky dlouhodobého pokusu s harmonicky sestaveným osevním sledem dokazují, jak významný vliv na výnos má zařazení jetelovin. Výnosy pšenice po jetelovině v obou výrobních oblastech předčí výnosy po organicky a minerálně hnojených bramborách, které jsou samy o sobě předplodinou velmi dobrou. Použitá úroveň hnojení by měla splňovat předpoklad pro dosažení dobrého výnosu pěstovaných plodin a současně by měla zajistit stabilitu zásoby živin v půdě. V hodnoceném období 40 let pokusu je možné stanovit účelnou úroveň hnojení základními živinami N, P, K odvozením od dosahované produkce, vypočítané bilance živin a u P a K rovněž ze změn jejich obsahu v půdě [5]. V řepařské oblasti se jeví jako dostačující nízká až střední hladina minerálního hnojení, což odpovídá přibližně 210 kg/ha (80 kg N + 50 kg P₂O₅ + 80 kg K₂O). V bramborařské oblasti je vzhledem k dlouhodobé vyšší účinnosti živin účelná střední, případně vysoká hladina hnojení, tj. cca 280 kg/ha (90 kg N + 80 kg P₂O₅ + 110 kg K₂O).

LITERATURA

- BAIER J., (1969): Abeceda výživy a hnojení rostlin, STZ. Praha, 94 -97 s.
- HLUŠEK J., RICHTER R., (2009): Bilance živin v rostlinné výrobě ČR a potřeba hnojení. Racionální použití hnojiv sborník z konference 15, ISBN 978-80-213-2006-2,58 s.
- NEUBERG J., (1990): Komplexní metodika výživy rostlin, ÚVTIS Praha, 1990,41-43 s.
- TRÁVNÍK K. a kol (2004): 30 let dlouhodobých výživářských pokusů, ISBN 80-86548-43-0, ÚKZUZ
- KLEMENT V., SMATANOVÁ M. (2012): 40 let dlouhodobých výživářských pokusů ISBN: 978-80-7401-062-0, UKZUZ

Adresa autora: Michaela Smatanová, PhD., Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský Brno, Hroznová 63/2, 656 06 Brno, e-mail: michaela.smatanova@ukzuz.cz

MODELOVANIE POTENCIÁLNYCH ÚROD PŠENICE, JAČMEŇA A KUKURICE AKO VSTUPU PRE BILANCIU PÔDNEHO ORGANICKÉHO UHLÍKA

Modeling of wheat, barley, and maize potential yields as an input for soil organic carbon balancing

RASTISLAV SKALSKÝ - JOZEF TAKÁČ - ZUZANA TARASOVIČOVÁ - JÁN HALAS -
GABRIELA BARANČÍKOVÁ - PAVOL BEZÁK - JOZEF VILČEK

*Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum, Výskumný ústav pôdozvedectva a ochrany pôdy,
Gagarinova 10, 827 13 Bratislava*

Knowing response of crops to different nutrient levels and water is important prerequisite for estimating crop residues inputs into soil organic carbon balance. In this study we use DAISY process-based model to estimate potential yields of barley, winter wheat and grain maize under four theoretical scenarios of nitrogen inputs and irrigation (no nitrogen and unlimited nitrogen, irrigation, non-irrigation). We have used soil and climate data for three distinct locations representing different soil and climate regions of Slovakia and run simulations for period of 1961 - 2012. We have found that at low end nitrogen is the limiting factor overweighting impact of climate. With sufficient nitrogen and water, climate is the most important limiting factor followed by soil affecting water surplus or shortage during the vegetation season. We have found that DAISY model can well reflect different nitrogen and water application levels and could be used for estimating crop residues input into the soil based on theoretical crop management assumptions.

Key words: *DAISY model, nitrogen input, irrigation, potential yields, climate regions*

ÚVOD

Produkcia poľnohospodárskych plodín je výsledkom pôsobenia prírodných faktorov (klíma, poloha, pôda) a hospodárenia na pôde (obrábanie pôdy, vstupy živín, zavlažovanie). Produkčný potenciál vyjadruje danosti daného územia pre produkciu poľnohospodárskych plodín a neberie do úvahy skutočnú úroveň hospodárenia. V praxi je u nás najzaužívanejší model založený na hodnotení produkčného potenciálu bonitovaných pôdno-ekologických jednotiek (BPEJ, Džatko 2002). Iným, spôsobom odhadu produkčného potenciálu je použitie procesných modelov (napr. Balkovič et al. 2014), ktoré sú založené na modelovaní produkcie ako výsledku spolupôsobenia klímy, pôdy a plodiny v dennom kroku počas rokov až desaťročí. Praktickým problémom riešenia environmentálnych dopadov pestovania poľnohospodárskych plodín je hospodárenie s pôdnym organickým uhlíkom (POC), ktorého ukladanie alebo uvoľňovanie z pôdy má vplyv na koncentráciu oxidu uhličitého v ovzduší. POC je v dynamickej rovnováhe s množstvom a kvalitou kvality biomasy, ktorá vstupuje do pôdy (napr. Barančíková et al. 2012). Množstvo biomasy je dané spôsobom hospodárenia – najmä úrovňou vstupu živín a vody. Odozva plodín na hraničné hodnoty vstupov v rôznych pôdno-klimatických podmienkach môže byť dobrým východiskom pre analýzu dopadu aktuálneho využívania pôdy na celkovú bilanciu POC. Cieľom našej práce je pokúsiť sa pomocou modelu DAISY odhadnúť produkciu pšenice ozimnej, jačmeňa jarného a kukurice na zrno v rozdielnych pôdno-ekologických podmienkach pri hraničných úrovniach vstupu živín a vody do pôdy.

MATERIÁL A METÓDY

Pre našu štúdiu sme vybrali tri poľnohospodárske subjekty. Agrodružstvo Rišňovce reprezentuje teplú až veľmi teplú a veľmi suchú oblasť pahorkatín s výskytom pôdných typov hnedozem, černoziem, regozem. Poľnohospodárske družstvo Šuňava reprezentuje veľmi chladnú, vlhkú horskú oblasť s výskytom pôdných typov kambizem, rendzina a pseudoglej. Agrozoran, s.r.o. Michalany reprezentuje teplú, veľmi suchú, nížinnú, kontinentálnu oblasť s výskytom hnedozemí, pseudoglejov, kambizemí, čiernic, fluvizemí a glejov. Model DAISY (Abrahamsen et Hansen 2000) je matematický procesný model systému pôda-rastlina-atmosféra. Model DAISY vyžaduje vstupy o klíme, pôde, plodine a vstupoch živín a vody do pôdy. Denné údaje o priemernej, maximálnej a minimálnej teplote vzduchu, tlaku vodných pár, slnečnom svite, rýchlosti vetra a zrážkových úhrnoch z obdobia 1961 až 2012 sme získali z údajov meteorologických staníc Nitra, Poprad a Milhostov (Tabuľka 1).

Tabuľka 30 Priemerné klimatické ukazovatele za obdobie 1961 – 1990 pre stanicu Nitra – Veľké Janíkovce Poprad a Milhostov (LP – letný polrok, ET_0 – potenciálna evapotranspirácia)

Obdobie	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	LP	rok
Nitra – Veľké Janíkovce														
Tepl. [°C]	-1,8	0,8	5,0	10,3	15,0	18,0	19,7	19,2	15,5	10,2	4,4	0,1	16,3	9,7
Zráž. [mm]	32	32	30	39	59	66	50	60	39	36	54	40	312	536
ET_0 [mm]	11	19	42	77	105	113	127	110	67	36	13	8	599	728
Poprad														
Tepl. [°C]	-5,0	-3,2	0,7	6,0	11,0	14,1	15,5	14,8	11,5	6,7	1,2	-3,3	12,1	5,8
Zráž. [mm]	23	25	27	43	74	90	68	68	49	38	45	29	393	579
ET_0 [mm]	11	17	37	63	86	97	106	92	64	37	15	10	508	636
Milhostov														
Tepl. [°C]	-3,4	-0,9	3,9	10,0	15,0	17,9	19,4	18,7	14,8	9,1	3,5	-1,1	16,0	8,9
Zráž. [mm]	29	26	31	41	57	70	74	62	44	38	40	36	347	547
ET_0 [mm]	8	14	34	67	97	106	116	98	59	27	10	9	542	644

Pre každý z modelových podnikov sme z databázy AISOP (Linkeš et al. 1988) vybrali údaje pre vrstvu 0 – 120 cm pre 5 typických pôdnych profilov. Parametre jednotlivých plodín (lucerna, jačmeň jarný, kukurica na zrno, repka a pšenica ozimná) sme prevzali po úprave (DHI et al., 1995) priamo z modelu DAISY. Vytvorili sme súbor štyroch teoretických scenárov aplikácie dusíka a závlah: N0R (bez aplikácie dusíka, zaorávanie rastlinných zvyškov, bez závlah), N0I (ako predchádzajúce, so závlahou), NVR (vysoké dávky dusíka, aplikácia maštalného hnoja pre kukuricu na zrno a repku, bez závlah) a NVI (ako predchádzajúce, so závlahou), Tabuľka 2. Simulácie sme realizovali v oševných postupoch opakovane, tak aby sme v každom roku mali údaj o produkcii každej plodiny. Simulácie sme realizovali pre obdobie rokov 1961 – 2012.

Tabuľka 20 Charakteristika použitých scenárov vstupov živín a vody (N – dusík, MH – maštalný hnoj, ZAV – závlaha)

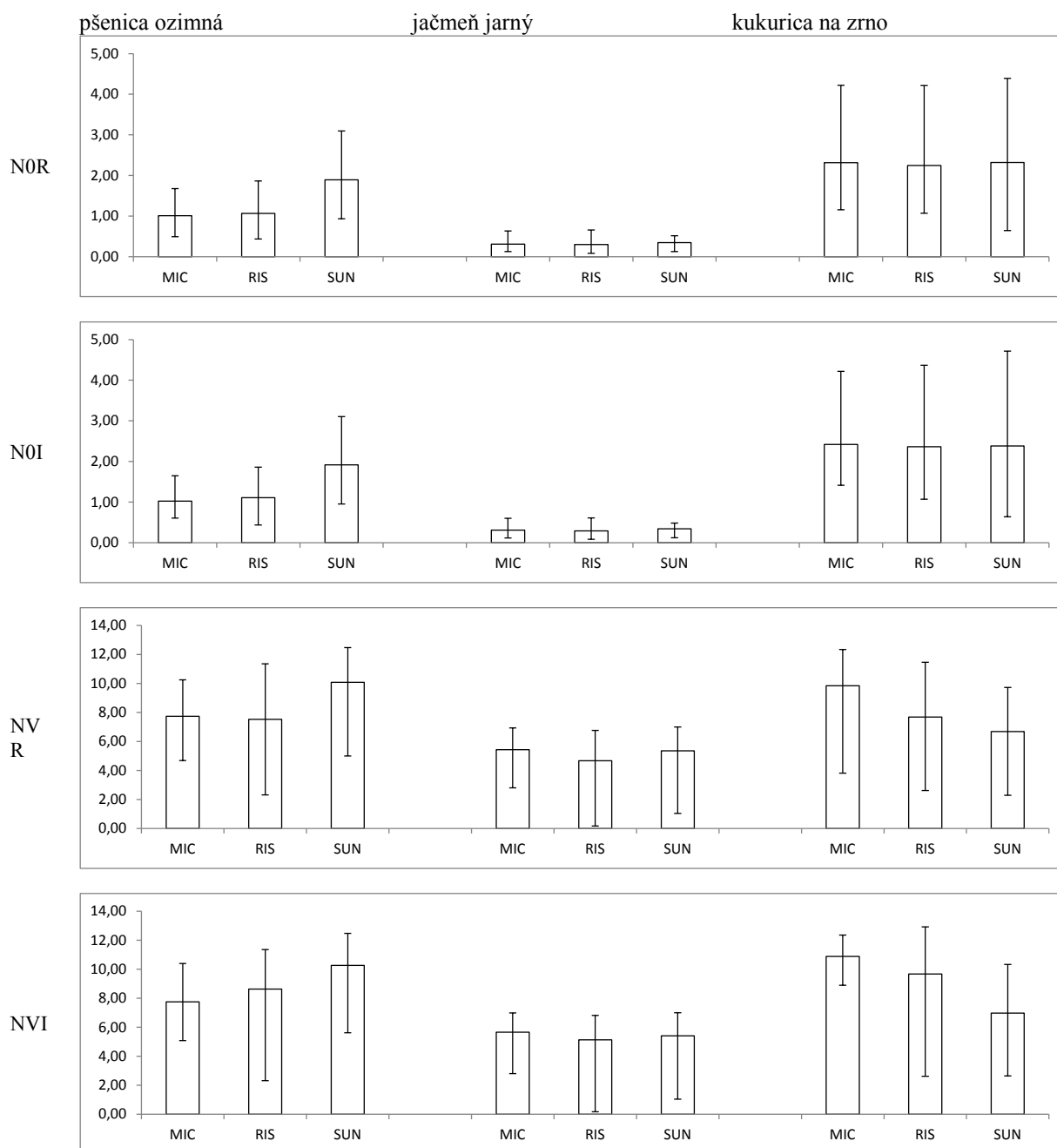
Scenár	N0R			N0I			NVR			NVI		
	N (kg/ha)	MH (t/ha)	ZAV	N (kg/ha)	MH (t/ha)	ZAV	N (kg/ha)	MH (t/ha)	ZAV	N (kg/ha)	MH (t/ha)	ZAV
Lucerna	0	0	0	0	0	1	30	0	0	30	0	1
Jačmeň	0	0	0	0	0	1	120	0	0	120	0	1
Kukurica	0	0	0	0	0	1	200	40	0	200	40	1
Repka	0	0	0	0	0	1	170	25	0	170	25	1
Pšenica	0	0	0	0	0	1	155	0	0	155	0	1

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Výsledky vzájomného porovnania priemerných a maximálnych a minimálnych modelovaných úrod za obdobie 1961 – 2012 pre obilniny (pšenicu ozimnú, jačmeň jarný) a kukuricu na zrno sú uvedené na Obr. 1.

V prípade scenárov s nízkou úrovňou vstupu živín (N0I, N0R) je modelovaná úroda vo všetkých modelových podnikoch rovnaká pre jačmeň jarný a kukuricu na zrno a to aj napriek odlišným klimatickým podmienkam (Tabuľka 1). Pšenica ozimná dosahuje vyššiu úrodu v podmienkach Poľnohospodárskeho družstva Šuňava. Trend, aký ukazujú priemerné úrody všetkých sledovaných plodín majú aj minimálne a maximálne simulované hodnoty.

V prípade scenárov s vysokou úrovňou vstupu živín (NVI, NVR) sa vplyv rozdielnych klimatických podmienok (Tabuľka 1) prejavuje pri jačmeni jarnom iba minimálne. Jačmeň jarný je plodina s relatívne krátkym vegetačným obdobím, ktorej vývoj nie je tak limitovaný nízkymi teplotami či nadbytkom vody v zimnom období alebo naopak vysokými teplotami či suchom v letnom období. Simulované minimálne úrody však v prípade Agrodružstva Rišňovce poukazujú na možný vplyv sucha.



Obr. 1 Porovnanie priemerných úrod (t/ha) za roky 1961 – 2012 v jednotlivých modelových podnikoch samostatne pre jednotlivé scenáre vstupu živín a vody do pôdy a pre jednotlivé plodiny (MIC – Agrozoran s.r.o. Michalany, RIS – Agrodružstvo Rišňovce, SUN – Poľnohospodárske družstvo Šuňava)

Najvyššie priemerné úrody pšenice ozimnej boli modelované pre podmienky Poľnohospodárskeho družstva Šuňava. Veľmi podobné priemerné úrody boli modelované pre podmienky Agrozoran s.r.o. Michalany a Agrodružstvo Rišňovce, pričom pri zavlažovanom scenári boli vyššie úrody modelované zrejme vplyvom charakteru pôd pre Agrodružstvo Rišňovce (zrnitostne ťažšie pôdy v rámci modelového územia Agrozoran s.r.o. Michalany, ktoré môžu spôsobovať nadbytok vody v zimnom období). Vyššie úrody pšenice ozimnej pre Poľnohospodárske družstvo Šuňava v zavlažovanom aj nezavlažovanom variante vysvetľujeme vplyvom klimatických podmienok (pomalší vývoj biomasy, menší stres z vysokých teplôt a sucha v kritických vývojových fázach rastu plodiny). Najvyššie úrody kukurice na zrno boli modelované pre Agrozoran s.r.o. (zavlažovaný aj nezavlažovaný variant). Tu sa zrejme neprejavuje stres z nadbytku vody. V podmienkach Agrodružstva Rišňovce sa na úrode kukurice na zrno prejavuje relatívne nižší úhrn zrážok a aj vyššia úroveň potenciálnej evapotranspirácie (Tabuľka 1). V prípade Poľnohospodárskeho družstva Šuňava je jednoznačne limitujúcim faktorom potenciálnej produkcie kukurice na zrno teplota.

ZÁVER

- Simulovaná produkcia je pri nízkej úrovni vstupu živín do pôdy vyrovnaná (jačmeň jarný, kukurica na zrno) alebo mierne nevyrovnaná (pšenica ozimná).
- V podmienkach vysokého vstupu živín sa prejavuje vplyv klímy a v prípade zavlažovaných aj nezavlažovaných scenárov má na produkciu vplyv vodný režim pôdy.
- Vplyv klímy sa výrazne prejavil pri kukurici na zrno, menej ale stále významne aj pri pšenici ozimnej a iba minimálne pri jačmeni jarnom.
- Ukázalo sa, že model DAISY vhodne reaguje na zmenu faktorov produkcie a môže byť využitý pre odhad vstupu organických zvyškov do pôdy pre teoreticky uvažované úrovne hospodárenia v rôznych pôdno-klimatických podmienkach.

Pod'akovanie: Táto práca bola podporovaná Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. APVV-14-0087 a zmluvy č. APVV-0131-11.

LITERATÚRA

- ABRAHAMSEN, P., HANSEN, S., 2000. Daisy: An Open Soil – Plant - Atmosphere System Model. Environmental Modelling & Software, 15, p.313 – 330.
- BALKOVIČ, J., van der VELDE, M., SKALSKÝ, R., XIONG, W., FOLBERTH, C., KHABAROV, N., SMIRNOV, A., MUELLER, N.D., OBERSTEINER, M., 2014: Global wheat production potentials and management flexibility under the representative concentration pathways, Global and Planetary Change, 122, p.107-121.
- BARANČIKOVÁ, G. MAKOVNÍKOVÁ, J. SKALSKÝ, R. TARASOVIČOVÁ, Z. NOVÁKOVÁ, M. HALÁS, J. GUTTEKOVÁ, M. KOCO, Š., 2012. Simulation of Soil Organic Carbon Changes in Slovak Arable Land and their Environmental Aspects. Soil and Water Research, 7, p.45-51.
- DŽATKO, M., 2002. Hodnotenie produkčného potenciálu poľnohospodárskych pôd a pôdnoekologických regiónov Slovenska. Bratislava : Výskumný ústav pôdoznavectva a ochrany pôdy, 87 p.
- DHI, DHV, TNO, VKI, KRÜGER AND KVL, 1995. PHARE Project Danubian Lowland - Ground Water Model (PHARE/EC/WAT/1). Final Report. Prepared by a consultant group for the Ministry of the Environment, Slovak Republic and for the Commission of the European Communities. Vol. 1, 65 p., Vol. 2, 439 p. Vol. 3, 297 p.
- LINKÉŠ, V., GROMOVÁ, A., LUPTÁK, D., PESTÚN, V., POLIAK, P., 1988. Informačný systém o pôde. Bratislava : Príroda, 198 p.

Adresa autorov:

- Mgr. Rastislav Skalský, PhD., Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum - Výskumný ústav pôdoznavectva a ochrany pôdy, Gagarinova 10, 827 13 Bratislava, e-mail: r.skalsky@vupop.sk,
- RNDr. Jozef Takáč, PhD., Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum - Výskumný ústav pôdoznavectva a ochrany pôdy, Gagarinova 10, 827 13 Bratislava, e-mail: j.takac@vupop.sk
- Ing. Zuzana Tarasovičová, PhD., Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum - Výskumný ústav pôdoznavectva a ochrany pôdy, Gagarinova 10, 827 13 Bratislava, e-mail: z.tarasovicova@vupop.sk
- Ing. Ján Halas, PhD., Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum - Výskumný ústav pôdoznavectva a ochrany pôdy, regionálne pracovisko Prešov, Raymanova 1, 080 01 Prešov, e-mail: j.halas@vupop.sk
- RNDr. Gabriela Barančíková, PhD., Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum - Výskumný ústav pôdoznavectva a ochrany pôdy, regionálne pracovisko Prešov, Raymanova 1, e-mail: 080 01 Prešov
g.barancikova@vupop.sk
- Ing. Pavol Bezák, Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum - Výskumný ústav pôdoznavectva a ochrany pôdy, Gagarinova 10, 827 13 Bratislava, e-mail: p.bezak@vupop.sk
- prof. Ing. Jozef Vilček, PhD., Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum - Výskumný ústav pôdoznavectva a ochrany pôdy, regionálne pracovisko Prešov, Raymanova 1, 080 01 Prešov, e-mail: j.vilcek@vupop.sk

POROVNANIE VPLYVU HNOJENIA A APLIKÁCIE PÔDNEJ POMOCNEJ LÁTKY NA ÚRODU POĽNÝCH PLODÍN V OSEVNOM POSTUPE S NIŽŠOU INTENZITOU VSTUPOV

Comparison of impact of fertilization and soil support substance application on crop yields in crop rotation with lower inputs intensity.

ROMAN HAŠANA - KATARÍNA HRČKOVÁ – RASTISLAV BUŠO

Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav rastlinnej výroby Piešťany

Impact of fertilization and soil support substance on crop yields of involved crops was investigated. Field experiment was established in 2013-2015 with lower intensity of inputs and following crop rotation : winter wheat, potatos, spring barley, grain maize, oat and sunflower. Response of crops was the most significant in case of artificial fertilizers aplication (N,P,K), where the doses were determined by agrochemical soil analyses. Aplication of soil support substance has lower impact on crop yields, but its positive efect was achieved in final economy balance based on values of coeficient of economy effectivity.

Keywords: *Fertilization, soil support substance, yield, economy effectivity*

ÚVOD

Jedným z vážnych problémov súčasného slovenského poľnohospodárstva, okrem ekonomicky efektívnej výroby produkcie, je problém so znižovaním úrodnosti pôdy. Reštrukturalizácia poľnohospodárstva priniesla so sebou aj negatívum v postupnom útlme živočíšnej výroby v mnohých našich poľnohospodárskych podnikoch. Stav hospodárskych zvierat významne klesali a tým dochádzalo aj k výpadkom produkcie organických hnojív, ktoré sa významnou mierou podieľajú na udržaní a uchovaní stabilnej pôdnej úrodnosti. Ekonomická situácia v mnohých podnikoch pritom neumožňuje uskutočňovať ani požadovanú výživu porastov poľných plodín formou hnojenia priemyselnými hnojivami. Preto sa hľadajú rôzne spôsoby, ktoré by aspoň do istej miery revidovali tento nepriaznivý jav či už absencie dodávania organickej hmoty do pôdy, ako aj v mnohých prípadoch nedostatočnej výživy porastov.

V poslednom období sa čoraz častejšie stretávame na trhu s rôznymi prípravkami, ktoré sú ponúkané ako istá náhrada, ktorá by mala zabezpečiť optimálny výživný stav porastov pri zníženom objeme vstupov a súčasne s nižším stupňom environmentálnej záťaže.

Pôdne pomocné látky obsahujúce mikroorganizmy sú významným prínosom z pohľadu podpory rastu a vývoja rastlín, podieľajú sa na kľúčových procesoch pôde, majú pozitívny vplyv na prístupnosť živín a napomáhajú k udržaniu, resp. k zlepšeniu pôdnej štruktúry. V našom príspevku popisujeme vplyv pôdnej pomocnej látky s obsahom baktérií rodov *Azotobacter spp.*, *Bacillus megatherium* a *Rhizobium spp.* na úrodu poľných plodín v osevnom postupe s nižšou intenzitou vstupov. Na trhu existuje viacero druhov prípravkov s podobným zložením, t.j. s obsahom baktérií vyššie uvádzaných rodov. Baktérie rodu *Azotobacter spp.* sú aplikované s cieľom podporovať nesymbiotickú aktivitu fixácie vzdušného dusíka.

MATERIÁL A METÓDY

Maloparcelkový pokus bol založený v NPPC-VÚRV Piešťany na pozemkoch Výskumného pracoviska v Borovciach v rokoch 2013 - 2015. Pôdno-klimatická charakteristika pokusného stanovišťa je uvedená v tabuľke 1.

Osevný postup bol realizovaný na základe bilancie živín s cieľom adaptácie pestovateľských postupov poľných plodín z hľadiska ochrany a regenerácie pôdneho prostredia.

Plodiny zaradené v osevnom postupe:

- Pšenica ozimná
- Zemiaky⁺⁺
- Jačmeň jarný
- Kukurica siata na zrno
- Ovos siaty
- Slnečnica ročná

Varianty hnojenia

1. nehnojená kontrola

2. PPL + dohnojenie N (len hnojivá v pevnej forme)
3. PPL + aplikácia biostimulátorov
4. PPL + dohnojenie N (len hnojivá v kvapalnej forme)
5. PPL (pôdna pomocná látka)
6. NPK – hnojené na základe bilancovania živín

Pokus bol zakladaný konvenčnou technológiou s orbou. Pozberové zvyšky po zbere hlavnej plodiny boli zaorávané. Pôdna pomocná látka bola aplikovaná pri sejbe s osivom, v prípade zemiakov bola aplikovaná granulovaná forma zapracovávaná priamo do pôdy. Veľkosť pokusnej parcely bola 3 x 25 m.

V pokuse sa sledovala produktivita systému, produktivita plodín v rámci osevného postupu, úrodotvorné prvky, bilancia živín, ekonomická bilancia, fyzikálne a agrochemické vlastnosti pôdy a vplyv počasia.

Tabuľka 10 Pôdno-klimatická charakteristika pokusného stanovišťa

Ukazovateľ		Hodnota
nadmorská výška		167 m. n. m.
zemepisná šírka		48° 34'
zemepisná dĺžka		17° 45'
Makrooblasť		Teplá
- oblasť		prevažne teplá
- podoblasť		prevažne suchá
- okrsok		pomerne miernej zimy
výrobná oblasť		kukurično-jačmenná
charakter podnebia		Kontinentálny
priemerná teplota vzduchu	suma teplôt za rok	3000 °C
	za rok	9,2 °C
	za vegetáciu	15,5 °C
priemerný úhrn zrážok	za rok	593 mm
	za vegetáciu	358 mm
pôdno – ekologická podoblasť		22. Podunajská pahorkatina
pôdno – ekologický región		Trnavská pahorkatina (KVO)
pôda: pôdny typ		černozem hnedozemná na spraši
pôdny druh		hlinitá (stredne ťažká)
pH/KCl		5,9 – 6,6
Obsah prístupného	P v mg.kg ⁻¹ (podľa Egnera)	187-234 (stredný)
	K v mg.kg ⁻¹ (podľa Schachtschabela)	173-219 (dobrý)
	Mg v mg.kg ⁻¹ (podľa Mehlicha II.)	255-307 (vysoký)
Obsah humusu v % (podľa Tjurina)		1,8 – 2,0 %
priemerná pôdna vlhkosť	v hĺbke 0 – 0,3 m	13,0 %
	v hĺbke 0,3 – 0,8 m	13,5 %
pórovitosť	v hĺbke 0 – 0,1 m	43 %
	v hĺbke 0,1 – 0,3 m	38 %

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Pšenica ozimná

Priemerná úroda zrna pšenice v osevnom postupe v rokoch 2013 - 2015 dosiahla úroveň 4,34 t.ha⁻¹. Najnižšia úroda bola zaznamenaná na nehnorej kontrole (3,20 t.ha⁻¹). Samotná aplikácia pôdnej podpornej látky spôsobila prírastok úrody v porovnaní s kontrolou o 19,7 %. Zvýšenie úrody pšeni na aplikácii prípravku s obsahom baktérií *Azotobacter chroococcum* korešponduje s výsledkami Kizilkaya (2008). Podobne pozitívny účinok štyroch rôznych rodov baktérií medzi nimi aj *Azotobacter chroococcum* popisuje vo svojej práci aj Freitas (2000). Na variante s aplikáciou pôdnej podpornej látky a aplikáciou biostimulátorov, došlo ďalšiemu zvýšeniu úrody a v porovnaní s kontrolou toto navýšenie predstavovalo 44,5 %. Účinok biostimulátorov sa na pšenici prejavil pozitívne. Dohnojenie (produkčná dávka N) pšenice po predsejbovej aplikácii pôdnej podpornej látky spôsobila prírastok úrody v porovnaní s kontrolou pri použití pevných hnojív o 36,3 % a pri použití kvapalných hnojív

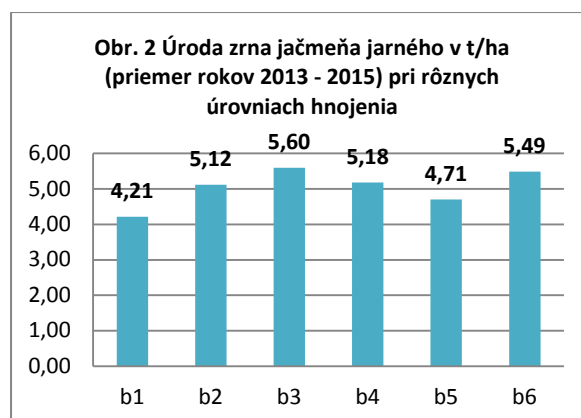
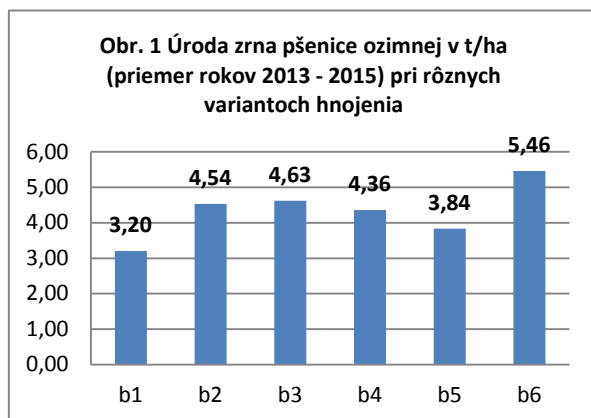
dokonca o 41,6 %. Najúrodnejším variantom bol variant hnojený priemyselnými hnojivami podľa bilancie živín na plánovanú úrodu. V porovnaní s kontrolou bol na ňom dosiahnutý prírastok úrody o 70,5 %.

Ekonomické zhodnotenie (tab. 2) rôznych variantov hnojenia pri pšenici ozimnej poukázalo na fakt, že síce najvyšší prírastok úrody, ako aj najvyšší zisk, bol zaznamenaný pri bilančnom hnojení priemyselnými hnojivami, ale najvyšší koeficient ekonomickej efektívnosti (pomer zisku a prírastku nákladov v €) bol zaznamenaný na variante s aplikáciou pôdnej pomocnej látky (2,78). Nižší bol tak pri bilančnom hnojení priemyselnými hnojivami (1,78), ako aj pri pridaní biostimulátorov na variante s aplikovanou pôdnou pomocnou látkou (1,32).

Jačmeň jarný

Priemerná úroda zrna jačmeňa v druhom osevnom postupe dosiahla úroveň 5,05 t.ha⁻¹. Najnižšia úroda bola zaznamenaná na nehnojenej kontrole (4,21 t.ha⁻¹). Samotná aplikácia pôdnej podpornej látky spôsobila prírastok úrody v porovnaní s kontrolou o 11,7 %. Pozitívny vplyv kmeňov baktérií rodu *Azotobacter* na rast a úrodu bímasy jarného jačmeňa potvrdili v pokusoch aj Šinon a Mikanová (2012). Na variante s aplikáciou pôdnej podpornej látky a aplikáciou biostimulátorov došlo k zvýšeniu úrody v porovnaní s kontrolou o 32,8 %, t.j. aplikácia biostimulátorov v porovnaní s rovnakým variantom bez ich aplikácie priniesla ďalší nárast úrody o 21,1 %. Dohnojenie N (vo fáze 3 – 4 listov jačmeňa) po predsejbovej aplikácii pôdnej podpornej látky spôsobilo prírastok úrody v porovnaní s kontrolou pri použití pevných hnojív o 21,6 %, pri použití kvapalných hnojív o 22,9 %. V porovnaní s variantom len so samotnou aplikáciou pôdnej podpornej látky boli prírastky úrody na úrovni približne 10,0 % pri dohnojení kvapalným hnojivom, resp. 11,0 % pri dohnojení hnojivom v pevnej forme. Najúrodnejším variantom bol aj pri jačmeni variant hnojený priemyselnými hnojivami podľa bilancie živín na plánovanú úrodu. V porovnaní s kontrolou bol na ňom dosiahnutý prírastok úrody o 1,27 t.ha⁻¹, t.j. 56,8 %.

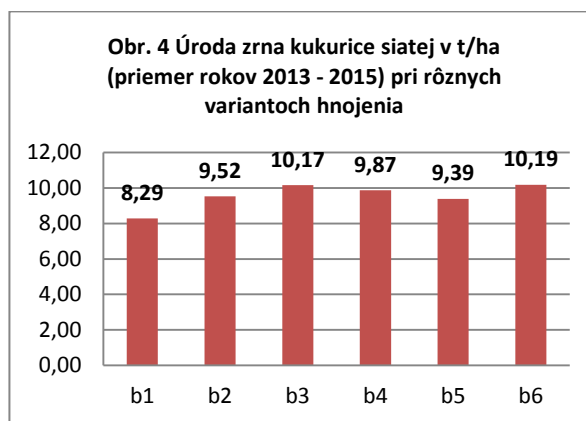
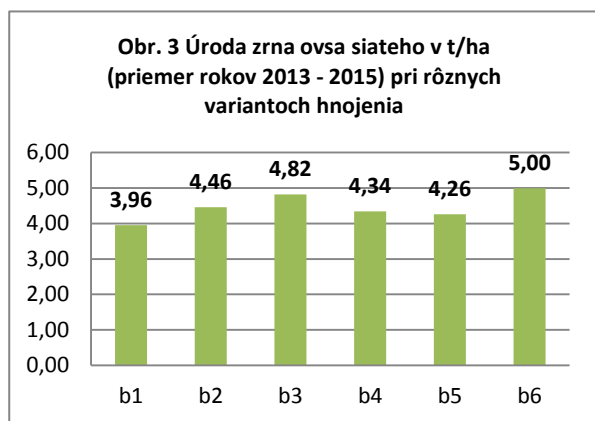
Ekonomické zhodnotenie (tab. 2) rôznych variantov hnojenia pri jačmeni jarnom poukázalo na podobný fakt ako pri pšenici, keď najvyšší prírastok úrody a najvyšší zisk bol zaznamenaný pri bilančnom hnojení priemyselnými hnojivami, ale najvyšší koeficient ekonomickej efektívnosti bol dosiahnutý na variante s aplikáciou pôdnej pomocnej látky (2,31). Pri bilančnom hnojení priemyselnými hnojivami predstavoval 2,22 a pri použití biostimulátorov v kombinácii s pôdnou pomocnou látkou len 1,96.



Ovos siaty

Priemerná úroda ovsa v druhom oševnom postupe dosiahla úroveň $4,47 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ zrna. Najnižšia úroda bola zaznamenaná na nehnorejnej kontrole ($3,96 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$). Samotná aplikácia pôdnej podpornej látky spôsobila prírastok úrody v porovnaní s kontrolou o 7,6 %. Na variante s aplikáciou pôdnej podpornej látky a aplikáciou biostimulátorov došlo k zvýšeniu úrody v porovnaní s kontrolou o 21,8 %, t.j. aplikácia biostimulátorov v porovnaní s rovnakým variantom bez ich aplikácie priniesla ďalší nárast úrody o 14,2 %. Dohnojenie ovsa N (produkčné) po predsejbovej aplikácii pôdnej podpornej látky spôsobilo prírastok úrody v porovnaní s kontrolou pri použití pevných hnojív o 9,8 % a pri použití kvapalných hnojív o 12,7 %. V porovnaní s variantom len so samotnou aplikáciou pôdnej podpornej látky boli prírastky úrody na úrovni 2,2 % pri dohnojení pevnou formou hnojiva, resp. 5,1 % pri dohnojení N hnojivom v kvapalnej forme. Najúrodnejším variantom bol pri ovse variant hnojený priemyselnými hnojivami podľa bilancie živín na plánovanú úrodu. V porovnaní s kontrolou bol na ňom dosiahnutý prírastok úrody o 26,3 %.

Ekonomické zhodnotenie (tab. 2) rôznych variantov hnojenia aj pri ovse siatom potvrdilo síce najvyšší prírastok úrody a najvyšší zisk pri bilančnom hnojení priemyselnými hnojivami, ale najvyšší koeficient ekonomickej efektívnosti na variante s aplikáciou pôdnej pomocnej látky (1,26). Pri bilančnom hnojení priemyselnými hnojivami predstavoval koeficient hodnotu 0,94 a pri použití biostimulátorov v kombinácii s pôdnou pomocnou látkou len 0,83.



Kukurica na zrno

Priemerná úroda kukurice na zrno zaradenej v oševnom postupe dosiahla úroveň $9,57 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ zrna. Najnižšia úroda bola zaznamenaná na nehnorejnej kontrole ($8,29 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$). Samotná aplikácia pôdnej podpornej látky spôsobila prírastok úrody v porovnaní s kontrolou o 13,2 %. Na variante s aplikáciou pôdnej podpornej látky v kombinácii s aplikáciou biostimulátorov došlo k zvýšeniu úrody v porovnaní s kontrolou o 22,6 %, t.j. aplikácia biostimulátorov v porovnaní s rovnakým variantom bez ich aplikácie priniesla ďalší nárast úrody o 9,4 %. Dohnojenie kukurice N (pri výške rastlín asi 30 cm) po predsejbovej aplikácii pôdnej podpornej látky spôsobilo prírastok úrody v porovnaní s kontrolou pri použití pevných hnojív o 14,9 %, pri použití kvapalných hnojív o 19,1 %. V porovnaní s variantom len so samotnou aplikáciou pôdnej podpornej látky bol zaznamenaný prírastok úrody pri dohnojení pevnou formou hnojiva o 1,7 % a kvapalnou o 5,9 %. Najúrodnejším variantom pri kukurici bol variant hnojený priemyselnými hnojivami podľa bilancie živín na plánovanú úrodu. V porovnaní s kontrolou bol na ňom dosiahnutý prírastok úrody o 22,9 %.

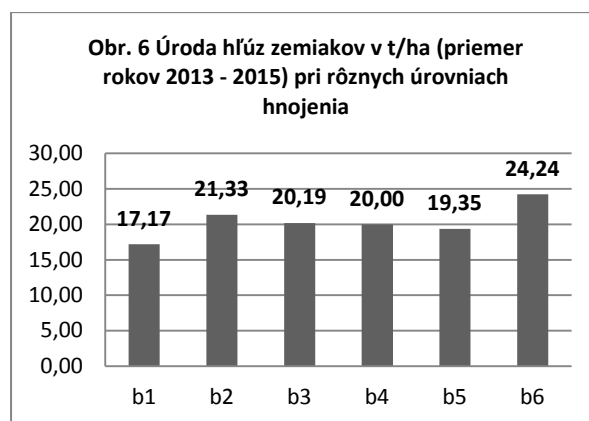
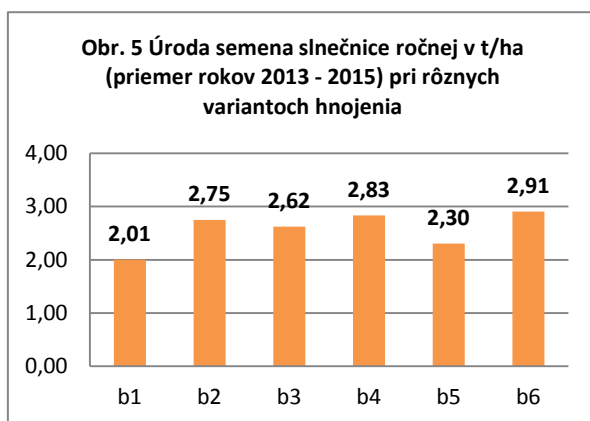
Ekonomické zhodnotenie (tab. 2) rôznych variantov hnojenia pri kukurici siatej na poukazuje síce na najvyšší prírastok úrody a najvyšší zisk pri bilančnom hnojení priemyselnými hnojivami, ale najvyšší koeficient ekonomickej efektívnosti bol dosiahnutý aj v tomto prípade na variante s aplikáciou pôdnej pomocnej látky (5,11). Vyššie vstupy pri bilančnom hnojení priemyselnými hnojivami spôsobili, že koeficient mal hodnotu len 1,00 a pri použití biostimulátorov v kombinácii s pôdnou pomocnou látkou bol na úrovni 1,71.

Slnečnica ročná

Priemerná úroda semena slnečnice v sledovaných rokoch dosiahla úroveň $2,57 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. Najnižšia úroda bola zaznamenaná na nehnorejnej kontrole ($2,01 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$). Samotná aplikácia pôdnej podpornej látky spôsobila prírastok úrody v porovnaní s kontrolou o 14,9 %. Na variante s aplikáciou pôdnej

podpornej látky v kombinácii s aplikáciou biostimulátorov došlo k zvýšeniu úrody v porovnaní s kontrolou o 30,8 %, t.j. aplikácia biostimulátorov v porovnaní s rovnakým variantom bez ich aplikácie priniesla ďalší nárast úrody o 15,9 %. Dohnojenie slnečnice dusíkom po predsejbovej aplikácii pôdnej podpornej látky spôsobilo prírastok úrody v porovnaní s kontrolou pri použití pevných hnojív o 37,2 % a pri použití kvapalných hnojív o 41,2 %. V porovnaní s variantom len so samotnou aplikáciou pôdnej podpornej látky boli prírastky úrody na úrovni 12,3 % pri dohnojení pevnou formou hnojiva, resp. 26,3 % pri dohnojení N hnojivom v kvapalnej forme. Najúrodnejším variantom bol opätovne aj pri slnečnici variant hnojený priemyselnými hnojivami podľa bilancie živín na plánovanú úrodu. V porovnaní s kontrolou bol na ňom dosiahnutý prírastok úrody o 45,0 %.

Z ekonomického hľadiska pri slnečnici ročnej bol najvyšší prírastok úrody a najvyšší zisk zaznamenaný variante s bilančným hnojením priemyselnými hnojivami (tab. 2), ale najvyšší koeficient ekonomickej efektívnosti bol dosiahnutý aj pri tejto plodine na variante s aplikáciou pôdnej pomocnej látky (2,71). Vyššie vstupy pri bilančnom hnojení priemyselnými hnojivami spôsobili, že koeficient mal hodnotu len 1,87 a pri použití biostimulátorov v kombinácii s pôdnou pomocnou látkou bol iba na úrovni 0,61.



Luľok zemiakový

Priemerná úroda hlúč zemiakov za sledované obdobie dosiahla úroveň 20,38 t.ha⁻¹. Najnižšia úroda bola zaznamenaná na nehnojenej kontrole (17,17 t.ha⁻¹). Samotná aplikácia pôdnej podpornej látky (granulát) spôsobila prírastok úrody v porovnaní s kontrolou o 12,7 %. Na variante s aplikáciou pôdnej podpornej látky v kombinácii s aplikáciou biostimulátorov došlo k zvýšeniu úrody v porovnaní s kontrolou o 17,6 %, t.j. aplikácia biostimulátorov sa na úrode hlúč zemiaka prejavila len minimálne prírastkom o 4,9 %. Dohnojenie zemiakov dusíkom po predsejbovej aplikácii pôdnej podpornej látky spôsobilo prírastok úrody v porovnaní s kontrolou pri použití pevných hnojív o 16,5 % a pri použití kvapalných hnojív len o 24,2 %. V porovnaní s variantom len so samotnou aplikáciou pôdnej podpornej látky bol teda prírastok úrody zaznamenaný pri dohnojení pevnou formou hnojiva o 3,8 % a kvapalnou o 11,5 %. Najúrodnejším variantom bol pri zemiakoch variant hnojený priemyselnými hnojivami podľa bilancie živín na plánovanú úrodu. V porovnaní s kontrolou bol na ňom dosiahnutý prírastok úrody o 41,1 %.

Z ekonomického hľadiska (tab. 2) bol aj pri zemiakoch najvyšší prírastok úrody a najvyšší zisk zaznamenaný variante s bilančným hnojením priemyselnými hnojivami, ale najvyšší koeficient ekonomickej efektívnosti bol dosiahnutý aj pri tejto plodine na variante s aplikáciou pôdnej pomocnej látky (19,14). Vyššie vstupy pri bilančnom hnojení priemyselnými hnojivami spôsobili, že koeficient mal hodnotu 11,44 a pri použití biostimulátorov v kombinácii s pôdnou pomocnou látkou bol na úrovni len 4,31.

Tabuľka 20 Ekonomické zhodnotenie aplikácie pôdnej podpornej látky a hnojenia pri jednotlivých plodinách oševného postupu

Pšenica letná forma ozimná							
Variant	Úroda v t.ha ⁻¹	Prír. ú. v t.ha ⁻¹	Cena kom. €/t	Prír. ú. v €	Prír. nákl. v €	Zisk/ strata	KEE
Kontrola	3,20	0,00	160,00	0,00	0,00	0,00	-
Azotobag	3,84	0,64	160,00	102,13	27,00	75,13	2,78
Azotobag + STIMULÁTORY	4,63	1,42	160,00	227,73	98,00	129,73	1,32
N (110 kg/ha)	5,46	2,26	160,00	361,33	130,00	231,33	1,78
Jačmeň siaty jarný							
Kontrola	4,21	0,00	180,00	0,00	0,00	0,00	-
Azotobag	4,71	0,50	180,00	89,40	27,00	62,40	2,31
Azotobag + STIMULÁTORY	5,60	1,38	180,00	248,70	84,00	164,70	1,96
N (60 kg/ha)	5,49	1,27	180,00	228,90	71,00	157,90	2,22
Kukurica siata na zrno							
Kontrola	8,29	0,00	150,00	0,00	0,00	0,00	-
Azotobag	9,39	1,10	150,00	165,00	27,00	138,00	5,11
Azotobag + STIMULÁTORY	10,17	1,88	150,00	281,63	104,00	177,63	1,71
N (120 kg/ha)	10,19	1,90	150,00	284,63	142,00	142,63	1,00
Snečnica ročmá							
Kontrola	2,01	0,00	340,00	0,00	0,00	0,00	-
Azotobag	2,30	0,30	340,00	100,30	27,00	73,30	2,71
Azotobag + STIMULÁTORY	2,62	0,62	340,00	209,67	130,00	79,67	0,61
N (90 kg/ha)	2,91	0,90	340,00	306,57	107,00	199,57	1,87
Ovos siaty							
Kontrola	3,96	0,00	200,00	0,00	0,00	0,00	-
Azotobag	4,26	0,31	200,00	61,00	27,00	34,00	1,26
Azotobag + STIMULÁTORY	4,82	0,86	200,00	172,33	94,00	78,33	0,83
N (90 kg/ha)	5,00	1,04	200,00	208,00	107,00	101,00	0,94
Zemiaky							
Kontrola	17,17	0,00	250,00	0,00	0,00	0,00	-
Azotobag	19,35	2,18	250,00	543,75	27,00	516,75	19,14
Azotobag + STIMULÁTORY	20,19	3,02	250,00	754,58	142,00	612,58	4,31
N (120 kg/ha)	24,24	7,07	250,00	1766,67	142,00	1624,67	11,44

Poloprevádzkové pokusy jačmeňom jarným a repkou olejnou

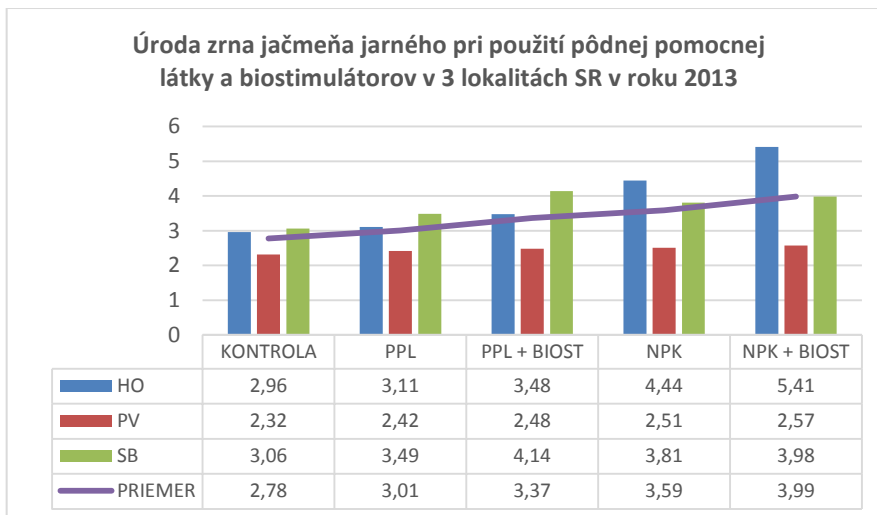
V rámci riešenej problematiky sme v roku 2013 na troch poľnohospodárskych podnikoch v rôznych výrobných oblastiach – Horné Obdokovce (RVO), Plavé Vozokany (KVO), Spišská Belá (ZVO) vysiali poloprevádzkové pokusy s jačmeňom jarným. V roku 2014 na tých istých parceliach bola vysiatá repka olejná, ale už len na stanovištiach v Horných Obdokovciach a v Spišskej Belej.

V rámci riešenej problematiky boli zvolené nasledovné varianty hnojenia:

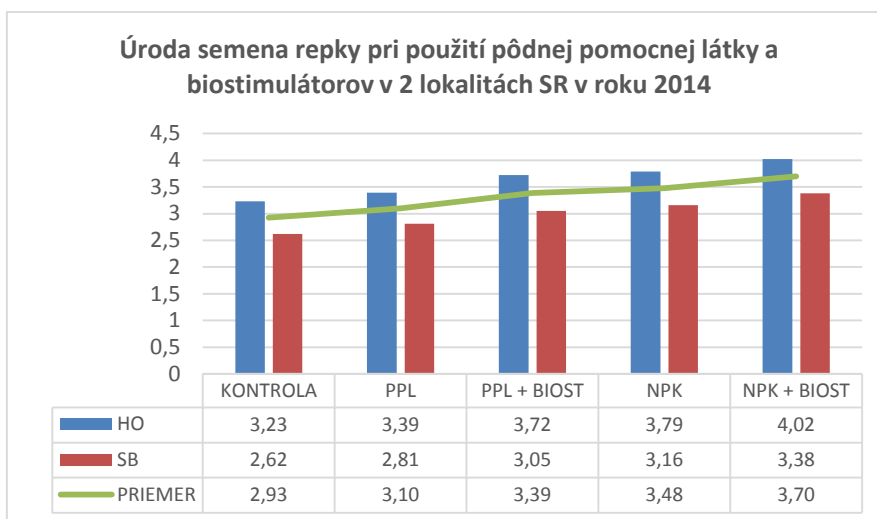
1. nehnojená kontrola
2. Pôdna pomocná látka (PPL)
3. PPL + aplikácia biostimulátorov
4. NPK (hnojivá v pevnej forme)
5. NPK (hnojivá v pevnej forme) + aplikácia biostimulátorov

Z výsledkov z roku 2013 vyplynulo, že najvyššiu úrodu z pokusných stanovišť sme zaznamenali v Horných Obdokovciach v RVO. Priemerná dosiahnutá úroda za všetky varianty predstavovala 3,88 t.ha⁻¹. Na stanovišti v Spišskej Belej zaradenom v ZVO sme zaznamenali priemernú úrodu 3,82 t.ha⁻¹ a najnižšiu úrodu dosiahol jačmeň jarný na stanovišti v Plavých Vozokanoch, ktoré patrí do KVO, a to v priemere za varianty 2,46 t.ha⁻¹. Z pokusných variantov bola najvyššia úroda dosiahnutá v Horných Obdokovciach a v Plavých Vozokanoch pri klasickom NPK hnojení spolu s aplikáciou rastových stimulátorov, ale v Spišskej Belej to bolo pri aplikácii pôdnej podpornej látky, opäť ale v kombinácii s biostimulátormi. Najnižšia úroda bola v Horných Obdokovciach a v Plavých Vozokanoch zaznamenaná na nehnojenej kontrole, ale v Spišskej Belej to bolo na variante s aplikáciou pôdnej podpornej látky. Všeobecne aplikácia biostimulátorov na všetkých stanovištiach podporila tak aplikáciu pôdnej podpornej látky ako aj klasického NPK hnojenia. V priemere za všetky pokusné

stanovišťa sa sice aplikácia pôdnej podpornej látky v úrodách len vyrovnala kontrole, ale keď sa jej aplikácia doplnila o aplikáciu biostimulátorov zaznamenali sme prírastok úrody v porovnaní s kontrolou o 11,7 %. Prírastok úrody zrna spôsobený klasickým NPK hnojením predstavoval v priemere 19,7 %, pri doplnení o aplikáciu biostimulátorov dokonca až 31,2 % v porovnaní s kontrolou. Najvýraznejšie prírastky úrody tak vplyvom pôdnej podpornej látky, NPK hnojenia ako aj vplyvom aplikácie biostimulátorov boli zaznamenané na stanovišti v Horných Obdokovciach, najnižšie naopak na stanovišti v Plavých Vozokanoch.



Z výsledkov z roku 2014, v ktorom bola na stanovištiach vysiatá repka olejná vyplynulo, že vyššiu úrodu z pokusných stanovišť sme zaznamenali v Horných Obdokovciach v RVO. Priemerná dosiahnutá úroda za všetky varianty predstavovala 3,63 t.ha⁻¹. Na stanovišti v Spišskej Belej sme zaznamenali priemernú úrodu 3,00 t.ha⁻¹. Z pokusných variantov bola najvyššia úroda dosiahnutá v Horných Obdokovciach i v Spišskej Belej pri klasickom NPK hnojení v kombinácii s aplikáciou rastových stimulantov. Najnižšia úroda bola na oboch stanovištiach pri repke zaznamenaná na nehnojenej kontrole. Aplikácia biostimulátorov na oboch stanovištiach podporila tak aplikáciu pôdnej podpornej látky ako aj klasického NPK hnojenia. V priemere za pokusné stanovišťa aplikácia len pôdnej podpornej látky zvyšovala úrodu o 6,0 %. Ak sa jej aplikácia doplnila o aplikáciu biostimulátorov zaznamenali sme prírastok úrody v porovnaní s kontrolou o 15,7 %. Prírastok úrody semena repky spôsobený klasickým NPK hnojením predstavoval v priemere 18,8 %, pri doplnení o aplikáciu biostimulátorov bol prírastok na úrovni 26,5 % v porovnaní s kontrolou. V porovnaní s jačmeňom v roku 2013 boli prírastky úrody tak vplyvom pôdnej podpornej látky, NPK hnojenia ako aj vplyvom aplikácie biostimulátorov boli na oboch stanovištiach relatívne vyrovnané.



ZÁVER

- Aplikácia pôdnej podpornej látky mala významne pozitívny vplyv na úrody všetkých plodín zaradených v osevnom postupe.
- Najvýraznejšie prírastky úrody sme zaznamenali pri bilančnom hnojení priemyselnými hnojivami.
- Na tomto variante sme zaznamenali aj najvyšší zisk z prírastku úrody.
- Najvyšší koeficient ekonomickej efektívnosti bol ale zaznamenaný na variantoch s pôdnou pomocnou látkou pri všetkých plodinách. Spôsobili to predovšetkým výrazne nižšie vstupy v porovnaní so vstupmi pri klasickom hnojení priemyselnými hnojivami.
- Vplyv biostimulátorov sa na úrodách prejavil pozitívne, ich aplikácia z pohľadu ekonomickej efektívnosti ale bola menej výrazná.
- V poloprevádzkových pokusoch sa význam aplikácie pôdnej pomocnej látky prejavil pozitívne, ekonomicky ale nie tak výrazne ako v maloparcelkovom pokuse.
- Celkovo môže byť aplikácia tak pôdnej pomocnej látky ako aj biostimulátorov prínosom v oblasti ekologizácie rastlinnej výroby a znižovania environmentálnej záťaže.

LITERATÚRA

- FREITAS, J. R.: Yield and N assimilation of winter wheat (*Triticum aestivum* L., var. Norstar) inoculated with rhizobacteria. *Journal Pedobiologia*. 2000 Vol. 44 No. 2 pp. 97-104
- KIZILKAYA, R.: Yield response and nitrogen concentrations of spring wheat inoculated with *Azotobacter chroococcum* strains. *Ecological Engineering* 06/2008; 33(2): 150 – 156
- ŠIMON, T. – MIKANOVA, O.: Vliv kmnu bakterie *Azotobacter* na rust jarního ječmene. *Úroda*, 2012, č. 6, s. 83 - 85

Adresa autorov:

Ing. Roman Hašana, PhD., NPPC-VÚRV Piešťany, Bratislavská cesta 122, Piešťany 92168, hasana@vurv.sk

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

Ing. Rastislav Bušo, NPPC-VÚRV Piešťany, Bratislavská cesta 122, Piešťany 92168, buso@vurv.sk

VPLYV RÔZNEHO PODIELU OBILNÍN V OSEVNÝCH POSTUPOCH NA PRODUKČNÚ SCHOPNOSŤ PŠENICE LETNEJ FORMY OZIMNEJ

The influence of different proportion of cereals in crop rotations on the winter wheat production

MÁRIA BABULICOVÁ

Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav rastlinnej výroby Piešťany

The aim of the study was to compare the grain yield, one-thousand grain weight, bulk weight and the grain over sieve 2.5 mm of winter wheat in crop rotations with 40, 60, and 80 % share of cereals. 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 winter wheat Karmel was grown. In the years 2013 and 2014, in crop rotation with 40 % proportion of cereals the grain yield of winter wheat was significantly higher (6.65 t.ha⁻¹) in comparison with crop rotation with 80 % proportion of cereals (6.06 t.ha⁻¹). In crop rotation with 80 % proportion of cereals, the grain yield after preceding crop pea was higher at 1.14 t.ha⁻¹ than after winter barley. The one-thousand grain weight was significantly influenced by the proportion of cereals and years. We obtained significantly higher (P<0.05) one-thousand grain weight in crop rotation with 40 % proportion of cereals (53.3 g) in comparison with crop rotation with 60 % and 80 % proportion of cereals (51.9 g).

Key words: *winter wheat, crop rotation, proportion of cereals, preceding crop, grain yield.*

ÚVOD

Osevné postupy sa neustále prispôsobujú 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. Adamiak et al. (2000) uvádza pokles úrod pri zaradení jačmeňa jarného do osevného postupu so 67 % podielom obilnín v porovnaní s 50 % podielom obilnín. Citlivosť jednotlivých odrôd jačmeňa jarného na zastúpenie obilnín v osevnom postupe bola rôzna. Maiksteniene et al. (2009) dospel k záveru, že v osevnom postupe s vyšším podielom ozimín klesá počet trvácich burín. Podobne Rasmussen et al. (2006) potvrdzuje významný účinok lokality, osevného postupu a využívania maštalného hnoja na výšku úrod, zaburinenosť, pôdnu úrodnosť a stratu živín. Osevný postup využíva špecifickú schopnosť niektorých druhov kultúrnych rastlín priaznivo pôsobiť na fyzikálne, chemické a biologické vlastnosti pôdy. Osevný postup zahrňujúci strukoviny zvyšuje koncentráciu vodou extrahovateľného organického uhlíka, vodou extrahovateľného organického dusíka a schopnosť rozkladu vodou extrahovateľnej organickej hmoty, ale ochudobňuje pôdu o vodou extrahovateľný organický fosfor a vodou extrahovateľný reaktívny fosfor (Xu, N. et al. 2013). Dlhodobé pokusy sú hlavnými indikátormi udržateľného rozvoja a slúžia ako varujúci systém pri problémoch vedúcich k trvalému zníženiu produktivity plodín.

Cieľom našej práce bolo zistiť ako podiel obilnín v osevných postupoch (40 %, 60 % a 80 %), hnojenie a predplodina ovplyvňujú úrodu zrna a úrodotvorné prvky pšenice letnej formy ozimnej. Výskum bol realizovaný v rokoch 2013 a 2014 na dlhodobom stacionárnom pokuse založenom v roku 1974 na Výskumnom pracovisku v Borovciach, ktoré patrí NPPC – VÚRV Piešťany.

MATERIÁL A METÓDA

Pôdnym typom je černoziem hnedozemná vytvorená na spraši (pH 5,5-7,2, obsah humusu 1,8-2,0 %). Územie má kontinentálny charakter podnebia s dlhodobým priemerným ročným úhrnom zrážok 593 mm, z toho za vegetáciu 358 mm. Dlhodobý priemer ročnej teploty je 9,2 °C, za vegetáciu 15,5 °C. Nadmorská výška je 167 m n. m. Oblasť je zaradená do kukurično-jačmenného výrobného typu. Príprava pôdy pred založením pokusu bola vykonaná bežnými agrotechnickými (konvenčnými) postupmi. Pokus bol založený blokovou metódou. V pokuse sa nachádzali osevné postupy so 40 %, 60 % a 80 % podielom obilnín. Pšenica letná forma ozimná bola v osevnom postupe s 80 % obilnín pestovaná po dvoch predplodinách: po hrachu siatom a po jačmeni ozimnom. Bola použitá odroda

pšenice letnej formy ozimnej Bertold. Plodiny v jednotlivých osevných postupoch sú uvedené v tabuľke 1.

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

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

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

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

VÝSLEDKY A DISKUSIA

V osevnom postupe so 40 % podielom obilnín sme dosiahli štatisticky preukazne vyššiu úrodu zrna pšenice letnej formy ozimnej (ďalej len pšenice ozimnej) ako pri 80 % podiele obilnín (Tab. 3). Úroda zrna pšenice ozimnej po hrachu siatom bola štatisticky preukazne ovplyvnená zastúpením obilnín, ročníkom, interakciou hnojenia s ročníkom a interakciou zastúpenia obilnín s ročníkom (Tab.4). V roku 2013 bola úroda zrna štatisticky preukazne vyššia (6,82 t.ha⁻¹) ako v roku 2014 (5,98 t.ha⁻¹). V roku 2013 sme zaznamenali výrazné zvýšenie priemernej dennej teploty vzduchu v mesiaci marec (o 3,35 °C) a v mesiaci apríl (o 6,25° C) v porovnaní s dlhodobým priemerom. V mesiaci apríl bol zrážkový deficit o 25,6 mm v porovnaní s dlhodobým priemerom. Pokles úrody v roku 2014 v porovnaní s rokom 2013 bol spôsobený nepriaznivým rozložením zrážok v jarnom a letnom období. V mesiaci marec bol zrážkový deficit -11,3 mm v porovnaní s dlhodobým priemerom. V mesiaci apríl prevýšila mesačná suma zrážok dlhodobý priemer o 22,7 mm a v mesiaci máj o 56,3 mm. Následne v mesiaci jún bol zaznamenaný zrážkový deficit -45,5 mm v porovnaní s dlhodobým normálom (Tab. 2). Napriek tomu, že v sledovaných rokoch 2013 a 2014 hnojenie neovplyvnilo štatisticky preukazne úrodu, organické hnojenie z hľadiska zachovania pôdnej úrodnosti má veľký význam ako to uvádza Kismányoky a Tóth (2010). Autori tvrdia, že zvyšujúce dávky dusíkatých priemyselných hnojív a aplikácia organických hnojív ovplyvnili produkciu biomasy, odber dusíka pšenice ozimnou a zvýšili pôdnu úrodnosť. Podobne Zhang et al. (2009) uvádza možnosť udržania pôdnej úrodnosti a poľnohospodárskej produktivity na rozdielnych stanovištiach aplikáciou organických hnojív.

V osevnom postupe s 80 % podielom obilnín bola úroda zrna štatisticky preukazne ovplyvnená predplodinou a ročníkom (Tab. 5). Po hrachu siatom bola úroda zrna štatisticky preukazne vyššia (6,06 t.ha⁻¹) ako po jačmeni ozimnom (4,92 t.ha⁻¹). Pozitívny účinok hrachu ako predplodiny pšenice ozimnej uvádza aj Soon a Arshad (2004). Zistili, že pšenica ozimná nasledujúca v osevnom postupe po hrachu siatom potrebuje o 20 kg dusíka na hektár menej ako pšenica zaradená po iných predplodinách.

Objemová hmotnosť zrna pšenice ozimnej po hrachu siatom bola v intervale 836 – 841 g.l⁻¹ (Tab. 3). Počasie ovplyvnilo objemovú hmotnosť v štatisticky významnej miere (Tab. 4). V roku 2013 bola objemová hmotnosť štatisticky preukazne vyššia (845 g.l⁻¹) ako v roku 2014 (833 g.l⁻¹). V osevnom postupe s 80 % podielom obilnín bola objemová hmotnosť štatisticky preukazne ovplyvnená predplodinou, ročníkom a interakciou predplodiny a ročníka (Tab. 5). Po hrachu siatom bola objemová hmotnosť štatisticky preukazne vyššia (836 g.l⁻¹) ako po jačmeni ozimnom (811 g.l⁻¹).

Hmotnosť tisíc zrn (HTZ) pšenice ozimnej bola v štatisticky významnej miere ovplyvnená zastúpením obilnín a počasím v jednotlivých rokoch (Tab. 6). Pri 40 % podiele obilnín v osevnom postupe bola

HTZ štatisticky preukazne vyššia (53,3 g) ako pri 60 % zastúpení (51,9 g) a pri 80 % zastúpení (51,9 g). V roku 2014 bola HTZ štatisticky preukazne vyššia (54,5 g) ako v roku 2013 (50,3 g). V oševnom postupe s 80 % podielom obilnín bola HTZ v štatisticky významnej miere ovplyvnená predplodinou a ročníkom. Po hrachu siatom sme získali štatisticky preukazne vyššiu HTZ (52,0 g) ako po jačmeni ozimnom (48,9 g). Podiel vyšších frakcií zrna pšenice ozimnej (2,8 + 2,5 mm) bol v štatisticky preukaznej miere ovplyvnený zastúpením obilnín a ročníkom (Tab. 6). Pri 40 % podiele obilnín bol zaznamenaný štatisticky preukazne vyšší podiel frakcií 2,8 + 2,5 mm (93,3 %) ako pri 60 % zastúpení obilnín (92,3 %). V roku 2014 sme dosiahli štatisticky preukazne vyšší podiel frakcií zrna 2,8 + 2,5 mm (96,5 %) ako v roku 2013 (89,2 %). V oševnom postupe s 80 % podielom obilnín bol podiel zrna 2,8 + 2,5 mm v štatisticky významnej miere ovplyvnený predplodinou a ročníkom (Tab. 7). Po hrachu siatom sme získali štatisticky preukazne vyšší podiel frakcií zrna 2,8 + 2,5 mm (92,9 %) ako po jačmeni ozimnom (88,8%).

ZÁVERY

Klimatické podmienky v jednotlivých rokoch 2013 a 2014 preukazne ovplyvnili úrodu zrna a úrodotočných prvkov pšenice ozimnej. Rozdiel v priemernej úrode zrna v roku 2013 a 2014 bol 0,84 t.ha⁻¹.

Podiel obilnín v oševnom postupe (OP) ovplyvnil štatisticky preukazne úrodu zrna, HTZ a podiel frakcií zrna 2,8 + 2,5 mm pšenice ozimnej.

Predplodina ovplyvnila úrodu zrna, objemovú hmotnosť, HTZ a podiel frakcií zrna 2,8 + 2,5 mm pšenice ozimnej v oševnom postupe s 80 % podielom obilnín v štatisticky významnej miere.

Priemerná úroda zrna pšenice ozimnej pestovanej po hrachu siatom v oševnom postupe so 40 % podielom obilnín bola o 26 % (1,73 t.ha⁻¹) vyššia ako po jačmeni ozimnom v oševnom postupe s 80 % podielom obilnín.

Priemerná HTZ pšenice ozimnej pestovanej po hrachu siatom v oševnom postupe so 40 % zastúpením obilnín sa zvýšila o 9 % (4,4 g) v porovnaní s HTZ pšenice ozimnej pestovanej po jačmeni ozimnom v oševnom postupe s 80 % obilnín.

Podiel zrna 2,8 + 2,5 mm pšenice ozimnej pestovanej po hrachu siatom v oševnom postupe so 40 % podielom obilnín sa zvýšil o 5,3 % v porovnaní s podielom vyšších frakcií zrna pšenice ozimnej pestovanej po jačmeni ozimnom v oševnom postupe s 80 % zastúpením obilnín.

Výsledky ukázali, že i napriek nepriaznivému počasiu v rokoch 2013 a 2014 bolo možné zvýšiť produkciu pšenice ozimnej výberom vhodnej predplodiny a zaradením pšenice do oševného postupu s nižším podielom obilnín.

Podakovanie: Uvedené výsledky boli získané z rezortného projektu „Inovácie pestovateľských systémov v udržateľnej rastlinnej výrobe v meniacich sa podmienkach prostredia“ (IPESYS) podporeného Ministerstvom pôdohospodárstva a rozvoja vidieka SR, riešeného v rokoch 2013-2015.

LITERATÚRA

ADAMIAK, J. – ADAMIAK, E. – STEPIEN, A. – URBAMSKI, B. 2000: Response of spring barley cultivars to higher cereal proportion in crop rotations and to monoculture. In: Natural Sciences, pp. 35 - 43.

KISMÁNYOKY, T. – TÓTH, Z. 2010: Effect of mineral and organic fertilization on soil fertility as well as on the biomass production and N utilization of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) in long-term cereal crop rotation experiment (IOSDV). In: Archives of Agronomy and Soil science, vol. 56, No. 4, pp. 191-192.

MAIKSTENIENE, S. – ARLAUSKIENE, A. – VELYKIS, A. – SATKUS, A. 2009: Enhancement of competitive ability of cereals towards weeds by means of crop rotations. In: Zemdirbyste (Agriculture), vol. 96, No. 2, pp. 23-34.

RASMUSSEN, I. – ASKEGAAD, M. – OSESEN, J.E. 2006: Long-term field experiments in organic farming. In: The Danish organic crop rotation experiment for cereal production 1997 – 2004 (ISO FAR Scientific Series), pp. 117 - 134.

SOON, Y. K. – ARSHAD, M. A. 2004: Contribution of di-nitrogen fixation by pea to the productivity and N budget of a wheat-based cropping system. In: Journal of Agricultural Science, vol. 142, pp. 629 – 637. doi:10.1017/S002185960500482X.

ZHANG, H. – XU, M. – ZHANG, F. 2009: Application on grain yield under different cropping system and ecological conditions in China. In: Journal of Agricultural Science, vol. 147, pp. 31 – 42. doi:10.1017/S0021859608008265.

XU, N. – WILSON, HENRY, F. – SAIERS JAMES, E. - ENTZ, M. 2013: Effects of Crop rotation and Management System on Water-Extractable Organic Matter Concentration, Structure, and Bioavailability in a Chernozemic Agricultural Soil. In: Journal of Environmental Quality, vol. 42, No. 1, pp. 179-190.

Tabuľka 2. Poveternostné podmienky v rokoch 2013 a 2014 na stanovišti Borovce

Mesiac	n (1951 – 1980)		2013		2014	
	x_{td} (°C)	$\sum z$ mm	x_{td} (°C)	$\sum z$ mm	x_{td} (°C)	$\sum z$ mm
I.	-1,8	32	-2,55	69,8	-0,21	34,4
II.	0,2	33	-0,77	90,2	1,22	33,2
III.	4,2	32	0,85	75,3	6,14	20,7
IV.	9,4	43	3,15	17,4	9,65	65,7
V.	14,1	54	13,52	67,4	13,16	110,3
VI.	17,7	80	17,51	70,1	18,00	34,5
VII.	18,9	76	20,71	3,0	19,85	120,1
VIII.	18,4	68	20,12	112,9	17,12	50,9
IX.	14,5	38	11,59	75,6	14,06	122,9
X.	9,6	42	8,71	29,1	9,19	53,3
XI.	4,6	51	3,33	59,7	4,78	24,9
XII.	0,3	46	-0,57	9,9	-0,23	49,4
x_{td} (°C)	9,2		7,97		9,39	
$\sum z$ mm		595		680,4		720,3

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 úrodotvorné prvky pšenice letnej formy ozimnej v oševných postupoch v rokoch 2013 a 2014 (priemer)

ZOvOP	Hnojenie	Predpl.	Úroda (t.ha ⁻¹)	OH (g.l ⁻¹)	HTZ (g)	PVFZ (%)
40 %	H ₁	hrach siaty	6,69	843	53,0	93,2
	H ₂	hrach siaty	6,62	838	53,6	93,5
	Priemer		6,65	841	53,3	93,3
60 %	H ₁	hrach siaty	6,38	841	51,7	92,0
	H ₂	hrach siaty	6,57	840	52,1	92,6
	Priemer		6,47	841	51,9	92,3
80 %	H ₁	hrach siaty	6,03	833	52,0	92,9
	H ₂	hrach siaty	6,10	840	52,0	92,9
	Priemer		6,06	836	52,0	92,9
80 %	H ₁	jačmeň ozimný	4,90	807	50,0	89,7
	H ₂	jačmeň ozimný	4,94	815	47,9	87,0
	Priemer		4,92	811	48,9	88,3

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

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

Faktor	Úroda zrna (t.ha ⁻¹) [ks.m ⁻²]					Objemová hmotnosť [g.l ⁻¹]				
	s.v.	PŠ	F	P	HD _{0,05}	s.v.	PŠ	F	P	HD _{0,05}
Hnoj.[A]	1	0,048	0,238			1	1,688	0,015		
ZOvOP[B]	2	1,467	7,355	**	0,39	2	97,771	0,894		
A x B	2	0,067	0,337			2	162,06	1,482		
Roky [C]	1	8,459	42,408	**	0,26	1	1621,69	14,830	**	6,15
A x C	1	1,113	5,581	*	0,49	1	22,688	0,207		
B x C	2	1,242	6,228	**	0,68	2	95,062	0,869		
Súčet	47	0,501				47	146,84			
RR	33	0,199				33	109,354			

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

Faktor	Úroda zrna (t.ha ⁻¹) [ks.m ⁻²]					Objemová hmotnosť [g.l ⁻¹]				
	s.v.	PŠ	F	P	HD _{0,05}	s.v.	PŠ	F	P	HD _{0,05}
Hnoj.[A]	1	0,025	0,057		0,67	1	472,78	1,192		14,65
Predpl. [B]	1	10,374	23,530	**	0,67	1	5025,03	12,670	**	14,65
A x B	1	0,002	0,005		0,93	1	0,28	0,001		27,77
Roky [C]	1	31,68	71,857	**	0,49	1	12285,30	30,976	**	14,65
A x C	1	2,040	4,627		0,93	1	318,78	0,804		27,77
B x C	1	4,205	9,538		0,93	1	4117,78	10,383	**	27,77
Súčet	31	2,022				31	1037,85			
RR	21	0,441				21	396,60			

Vysvetlivky ako v tabuľke 4.

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

Faktor	HTZ [g]					Podiel vyšších frakcií zrna [%]				
	s.v.	PŠ	F	P	HD _{0,05}	s.v.	PŠ	F	P	HD _{0,05}
Hnoj.[A]	1	1,297	1,337			1	1,021	1,136		
ZOvOP[B]	2	9,771	10,075	**	0,86	2	4,457	4,958	*	0,82
A x B	2	0,502	0,518			2	0,509	0,566		
Roky [C]	1	205,386	221,775	**	0,58	1	645,332	717,863	**	0,56
A x C	1	2,206	2,275			1	0,270	0,300		
B x C	2	2,791	2,877			2	1,058	1,177		
Súčet	47	5,917				47	15,122			
RR	33	0,969				33	0,899			

Vysvetlivky ako v tabuľke 4.

Tabuľka 7. Vplyv hnojenia a predplodiny na HTZ a podiel vyšších frakcií zrna pšenice letnej formy ozimnej v osevnom postupe s 80 % podielom obilnín (analýza variancie)

Faktor	HTZ [g]					Podiel vyšších frakcií zrna [%]				
	s.v.	PŠ	F	P	HD _{0.05}	s.v.	PŠ	F	P	HD _{0.05}
Hnoj.[A]	1	8,000	2,039		1,46	1	15,54	1,237		2,61
Predpl. [B]	1	74,420	18,968	**	1,46	1	167,90	13,363	**	2,61
A x B	1	8,611	2,195		2,76	1	13,91	1,107		4,94
Roky [C]	1	35,280	8,992	**	1,46	1	209,61	16,683	**	2,61
A x C	1	0,312	0,008		2,76	1	21,62	1,720		4,94
B x C	1	15,961	4,068		2,76	1	21,95	1,747		4,94
Súčet	31	8,571				31	26,05			
RR	21	3,923				21	12,56			

Vysvetlivky ako v tabuľke 4.

Adresa autora: Ing. Mgr. Mária Babulicová, PhD., Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav rastlinnej výroby Piešťany, Bratislavská cesta č. 122; 921 68 Piešťany, e-mail: babulicova@vurv.sk

DYNAMIKA ZMIEN ZHUTNENIA PÔDY PRI RÔZNYCH POVETERNOSTNÝCH POMEROCH

Dynamics of changes in soil compaction ratios under various weather

RASTISLAV BUŠO – ROMAN HAŠANA

Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav rastlinnej výroby Piešťany

On 31.7.2015 and 8.9.2015, we performed the measurement of soil compaction into depth of 0.8 m in PPD Prašice. We performed the measurements of soil compaction by Penetrologger device, developed by Dutch company Eijkelkamp Agrisearch Equipment. Subsequently, the data were transferred from datalogger to the PC and processed and evaluated by PenetroViewer Software, version 1.5 and MS Office package. Investigated area on 8. 9. 2015 appeared less compacted compared to 31. 7 2015. This was partly caused by more than 100 mm of precipitation. Some soil edaphic parameters were changed by the heavy rain and also the values of soil compaction are influenced.

Key words: *soil compaction, tillage, Penetrologger, MPa*

ÚVOD

V krajinách s vysokou úrovňou agrotechnického myslenia sa postupne prechádza od konvenčného obrábania pôdy s obracianím jej povrchovej vrstvy pluhom s odhrňovačkou na racionálnejšie a ekologicky vhodnejšie systémy obrábania pôdy nazývané konzervačné, ochranné, redukované, vrátane sejby do neobrobenej pôdy. Tieto technológie chránia pôdu pred eróziou, zhutnením a rozrušením štruktúry (Nozdrovický, 1999). Zhutnenie pôdy ovplyvňuje jej produkčnú schopnosť ako aj náchylnosť na iné degradačné procesy. Kompakciou je v SR ohrozených asi 800 tisíc ha poľnohospodárskej pôdy (Bielek, 2006). Zmena pôdných vlastností ovplyvňuje aj retenciu pôdy, pomer infiltrácie a povrchového odtoku vody, čím vplýva na vodnú bilanciú krajiny (Gallay, Gallayová, 2006). Zhutnenie pôdy ovplyvňuje jej produkčnú schopnosť ako aj náchylnosť na iné degradačné procesy. Kompakciou je u nás ohrozených asi 800 tisíc ha poľnohospodárskej pôdy (Bielek, 2006). Penetračný odpor pôdy, ktorý je empirickou mierou pôdnej pevnosti, so stúpajúcou intenzitou utlačenia vzrastá. Nadmerné zhutnenie pôdy sa prejavuje nežiaducimi fyzikálnymi zmenami pôdneho prostredia, ktoré časom nepriaznivo ovplyvňujú aj ostatné chemické a biologické procesy v pôde, utlmujú biologickú aktivitu a život v pôde. V súlade so zákonom č. 220/2004 Z.z. o ochrane a využívaní poľnohospodárskej pôdy predmetom celospoločenského záujmu je ochrana vlastností a funkcií poľnohospodárskej pôdy v takom rozsahu, aby sa zachovala jej biologická rozmanitosť (Kobza, J. a kol., 2005).

Tabuľka 10 Limitné hodnoty penetrometrického odporu zhutnenej poľnohospodárskej pôdy podľa zákona č. 220/2004 Z. z.:

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

MATERIÁL A METÓDY

Dňa 31. 7. 2015 a 8. 9. 2015 sme vykonali meranie zhutnenia pôdy do hĺbky 0,8 m na parcele Horné vřšky vpravo a Horné vřšky vľavo (výber parcel podľa agronómov Poľnohospodársko-podielnického družstva Prašice sídlo Jacovce). Poľnohospodársko-podielnické družstvo Prašice sídlo Jacovce (PPD Prašice) hospodári na výmere 4434 ha poľnohospodárskej pôdy, z toho 4392 ha ornej pôdy 14 katastrálnych územiach.

Geomorfologicky sa oblasť pridružuje k štruktúre centrálnokarpatského pásma, zastúpeného pohorím Považského Inovca. Severná, západná a severovýchodná časť katastrov je tvorená strednými až strmšími svahmi s nadmorskou výškou 300–500 m, južná časť miernejšími svahmi s nadmorskou výškou 280–300 m. Skúmaná oblasť patrí do klimatického okrsku mierne teplého, mierne vlhkého až

vlhkého, rázu vrchovinného. Priemerná teplota v rokoch 1997-2007 bola 10,0 °C a priemerný úhm zrážok 559 mm. Z pôdných typov v oblasti prevažujú hnedozeme a fluvizeme (Kasala, 1970).

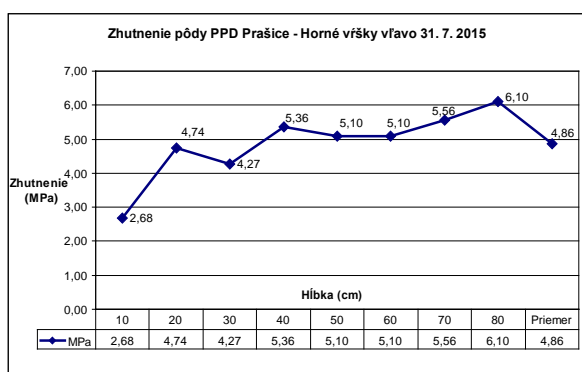
Momentálna vlhkosť v pôdnom profile 0, 0,8 m bola od 12,02 % v júli po 15,21 % v septembri. Objemová hmotnosť sa pohybuje v rozpätí od 1,3 t.m⁻³ v pôdnom profile 0 – 0,1 m po 1,65 t.m⁻³ v profile 0,1 – 0,2 m. Pórovitosť celková bola od 38,6 % v profile 0,1 – 0,2 m po 51,2 % v profile 0 – 0,1 m. Penetrometer bol prepojený s vlhkomerovou sondou, pričom hodnoty vlhkosti sa automaticky prepočítavali v datalogeri.

V rastlinnej výrobe pri sejbe kapusty repkovej pravej, obilnín, hrachu siateho a kukurice siatej praktizujú minimalizáciu obrábania pôdy systémom Horsch.

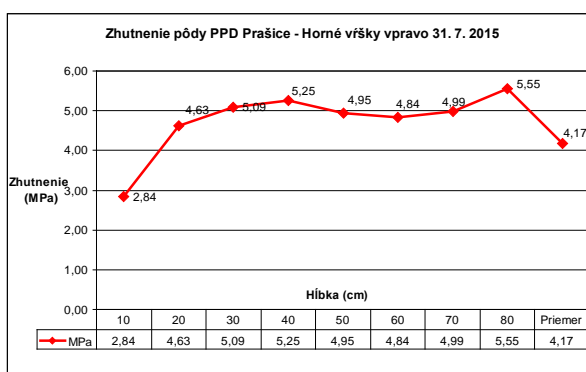
Merania zhutnenia pôdy sme robili prístrojom Penetrologger, holandskej firmy Eijkelkamp Agrisearch Equipment. Následne boli dáta z dataloggera presunuté do PC a vyhodnotené programom Eijkelkamp PenetroViewer Software, verzia 5.01 a v programovom balíku MS Office, v NPPC – VÚRV Piešťany.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Meranie zhutnenia pôdy 31. 7. 2015



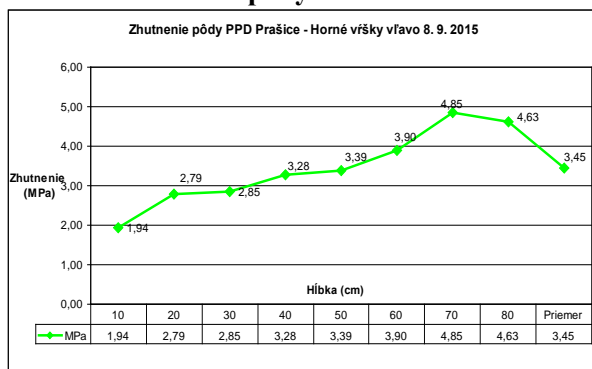
Obr. 1



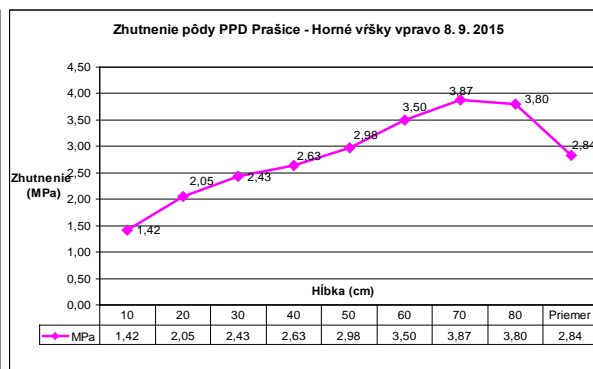
Obr. 2

Na Obr. 1 na parcele Horné vŕšky vľavo od Malých Bedzian na Topoľčany je znázornená priemerná zhutnenosť pôdy. V hĺbke 0,20 m došlo k zvýšeniu penetrometrického odporu (4,74 MPa), čo už je limitná hodnota. Parcela bola počas viacerých meraní zhutnená, často sa nám nepodarilo prekonať hĺbku 0,30 – 0,40 m. Maximálne zhutnenie 6,10 MPa bolo v hĺbke 0,70 m. Na parcele Horné vŕšky vpravo od Malých Bedzian na Veľké Bedzany (obr. 2) možno pozorovať, podobne ako na obr. 1, nástup zhutnenia pôdy už od hĺbky 0,20 m, keď sme zistili utuženie 4,63 MPa, ktoré až do hĺbky 0,40 m stúpalo až na hodnotu 5,25 MPa. Rovnako ako na parcele Horné vŕšky vľavo sme sa i tu potýkali s nemožnosťou prekonať utuženie v hĺbke viac ako 0,20 m. Najvyššie utuženie 5,55 MPa sme zistili v hĺbke 0,80 m.

Meranie zhutnenia pôdy 8. 9. 2015



Obr. 3



Obr. 4

Na Obr. 3 na parcele Horné vřšky vľavo 8. 9. 2015 od Malých Bedzian na Topoľčany je znázornená priemerná zhutnosť pôdy. Treba konštatovať, že v čase od posledného merania 31. 7. 2015 padlo v lokalite viac ako 100 mm zrážok, čím sa zmenili niektoré pôdno-edafické charakteristiky daného územia a i preto sú hodnoty utuženia iné ako v čase prvého merania. V hĺbke 0,20 m sme pozorovali nepatrné zvýšenie utužnosti, ktoré postupe narastalo, pričom v hĺbke 0,70 m bolo 4,85 MPa, avšak v kritických hĺbkach 0,20 – 0,40 m neboli prekované limitné hodnoty utuženia. Priemerné utuženie v profile 0 – 0,70 m bolo 3,4 MPa. Na parcele Horné vřšky vpravo 8. 9. 2015 od Malých Bedzian na Veľké Bedzany (obr. 4) možno pozorovať, podobne ako na obr. 3, nástup mierneho zhutnenia pôdy od hĺbky 0,20 m. Avšak toto zhutnenie je malé a len pozvoľné, keď s rastúcou hĺbkou sa zvýšilo až na 3,87 MPa v hĺbke 0,70 m. Priemerné zhutnenie v profile 0 – 0,7 m bolo 2,84 MPa. Šimon – Lhotský (1989) udávajú pre hlinitú pôdu merný odpor 3,8 – 4,2 MPa a pre ílovitú pôdu 3,2 – 3,7 MPa. Podľa Bedru (2002) môžeme penetrometrický odpor pôdy do 4 MPa hodnotiť ako nízku mieru pedokompakcie, 4 – 5 MPa strednú mieru a nad 5 MPa vysokú mieru pedokompakcie. V tomto roku malo obrábanie štatisticky vysokopreukazny podiel na úrovni zhutnenia. Naproti tomu ako hraničnú hodnotu berú do úvahy mnohí zahraniční autori venujúci sa problematike variabilného obrábania pôdy (Fulton et al., 1996; Gorucu et al., 2001; Khalilian et al., 2002; Gilandeh et al., 2006 a iní) 2 MPa. Všeobecne platí, že najvyššie utuženia pôdy boli stanovené na neobrábanej pôde (Aikins a Afuakwa, 2012; Lampurlanés a Cantero-Martínez, 2003). Naopak, Olaoye (2002) zistil, že v no-tille je najnižší penetračný odpor. Preto je zhutnenie pôdy v rôznych podmienkach považované za dobrý ukazovateľ pri obrábaní pôdy (Çelik, 2011).

ZÁVER

- Diagnostikované parcely sa 8. 9. 2015 javili ako menej utužené v porovnaní s 31. 7. 2015. Bolo to spôsobené i tým, že v lokalite padlo viac ako 100 mm zrážok, čím sa zmenili niektoré pôdno-edafické charakteristiky daného územia a i preto sú hodnoty utuženia iné ako v čase prvého merania.
- Parcely Horné vřšky vpravo a Horné vřšky vľavo nie je, toho času, nutné podryť. Naše odporúčanie je podmienené pretrváváním priaznivých vlhových pomerov počas jesene.
- Voči zhutneniu možno uspieť len s odborným a komplexným prístupom, v rámci ktorého hrajú svoju úlohu predovšetkým preventívne pôdoochranné opatrenia, v prípade potreby hĺbkové mechanické kyprenie i následné opatrenia. Prevencia je mnohokrát účinnejšia ako nákladné odstraňovanie následkov.

Podakovanie: Spracovanie príspevku bolo podporené finančnými prostriedkami v rámci rezortnej úlohy výskumu a vývoja na roky 2010 – 2012 riešenej v rámci „Nového modelu vedy a výskumu v rezorte Ministerstva pôdohospodárstva SR“ MOŽNOSTI A SPÔSOBY ZABEZPEČENIA UDRŽATELNEJ RASTLINNEJ VÝROBY V MENIACICH SA PODMIENKACH PROSTREDIA a 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.

LITERATÚRA

- AIKINS, S.H.M., AFUAKWA, J.J., 2012. Effect of four different tillage practices on soil physical properties under cowpea. *Agric. Biol. J. N. Am.* 3, 17–24.
- BEDRNA, Z. 2002. Environmentálne pôdoznalectvo. Veda, vydavateľstvo SAV, Bratislava, 352 s.
- BIELEK, P. 2006: Pôda pre život. Informačná brožúra vydaná pri príležitosti Medzinárodného roka boja proti dezertifikácii a suchu. Výskumný ústav pôdoznalectva a ochrany pôdy, Bratislava, 2006.
- ČELIK, Ľ., 2011. Effects of tillage methods on penetration resistance, bulk density and saturated hydraulic conductivity in a clayey soil conditions. *J. Agric. Sci.* 17, 143–156.
- FULTON, J.P., WELLS, L.G., SHEARER, S.A., BARNHISEL, R.I. 1996: Spatial variation of soil physical properties: A precursor to precision tillage. In: ASAE Annual International Meeting 1996. Paper No. 96-1002. St. Joseph, Mich.: ASAE. <http://www.bae.uky.edu/~precag/PrecisionAg/Reports/PrecisionTillage.htm> (2006)
- GALLAY, I. - GALLAYOVÁ, Z. 2006: Základné fyzikálne vlastnosti pôd s rôznym využívaním PD Očová. In: Kočík, K. a kol. (eds.): Hodnotenie základných zložiek poľnohospodárskej krajiny a agroekosystémov. Partner, Poniky. 2006. s. 50-66.
- GILANDEH, Y.A., ALIMARDANI, R., KHALILIAN, A., KEYHANI, A., SADATI, S. 2006: Energy requirement of site-specific and conventional tillage as affected by tractor speed and soil parameters. In: *International Journal of Agriculture & Biology* 8(4): 499-503. [http://www.fspublishers.org/past-issues/ijab8\(4\)pdf/18.pdf](http://www.fspublishers.org/past-issues/ijab8(4)pdf/18.pdf)
- GORUCU, S., KHALILIAN, A., HAN, Y.J., DODD, R.B., WOLAK, F.J., KESKIN, M. 2001: Variable-depth tillage based on geo-referenced soil compaction data in Coastal Plain Region of South Carolina. In: ASAE Annual International Meeting 2001. Paper No. 01-1016. St. Joseph, Michigan: ASAE.
- KASALA, J. 1970. Pôdoznalecký prieskum ČSSR, záverečná správa. Bratislava: VÚPVR. 15 s.
- KHALILIAN, A.Y., HAN, Y.J., DODD, R.B., SULLIVAN, M.J., GORUCU, S., KESKIN, M. 2002. A control system for variable-depth tillage. In: ASAE Annual International Meeting 2002. Paper No. 02-1209. St. Joseph, Michigan: ASAE. <http://www.clemson.edu/precisionag/Beltwide-tillage-2002-2.pdf>
- KOBZA, J. a i. 2005: Návrh regulačných pôdoochranných opatrení z výsledkov monitoringu pôd SR, Výskumný ústav pôdoznalectva a ochrany pôdy Bratislava, 2005, 24 s. ISBN 80-89128-21-1
- LAMPURLANÉS, J., CANTERO-MARTÍNEZ, C., 2003. Soil bulk density and penetration resistance under different tillage and crop management systems and their relationship with barley root growth. *Agron. J.* 95, 526–536.
- NOZDROVICKÝ, L. 1999: Perspektívy rozšírenia minimalizačných technológií obrábania pôdy. In: *Naše pole*, roč. III. 1999, č. 2, s. 16 – 17.
- OLAOYE, J.O., 2002. Influence of tillage on crop residue cover, soil properties and yield components of cowpea in derived savannah ectones of Nigeria. *Soil Tillage Res.* 64, 179–187.
- ŠIMON, J. – LHOTSKÝ, J. a kol. 1989. Zpracování a zúrodnování půd, SZN, Praha, 1989, 317 s.
URL: <http://www.zbierka.sk/zz/predpisy/default.aspx?PredpisID=17855&FileName=04-z220&Rocnik=2004>
URL: http://www.vupop.sk/dokumenty/rozne_hodnotenie_stavu_trendov_vyvoja_vlastnosti_pp_SR.pdf

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

FORMOVANIE ÚRODOTVORNÝCH PRVKOV A ÚROD KUKURICE V ZÁVISLOSTI OD OBRÁBANIA PÔDY, HNOJENIA A ROČNÍKA

Creating of yield forming elements and yield of maize according to soil cultivation,
fertilization and year weather conditions

JOZEF ŽEMBERY, EVA HANÁČKOVÁ

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

In two different experimental years was evaluated the reaction of maize on application of artificial fertilizer, stubble ploughing of forecrop and foliar application of Galleko preparation (growth, leaf, flower and fruit). Two methods of soil cultivation were used (conventional and minimization). In 2013 (unequal precipitation) soil cultivation and fertilization had not significant influence on evaluated yield forming elements. In 2014 the impact of fertilization had high significant influence on weight of grains from maize cob, weight of thousand grains and yield of grains. Higher effect of Galleko preparation was recorded in year with normal temperature and precipitation course. Impact of year weather conditions on all yield forming elements and yield of maize grains was high significant. Results showed that in 2013 – 2014 impact of fertilization on weight of grains from maize cob, weight of thousand grains and yield of maize grains was high significant.

Key words: *yield forming elements, soil cultivation, fertilization, years*

ÚVOD

Kľúčovým faktorom výživy kukurice satej na zrno je dusík, ktorý môžu rastliny prijať z hnojív a z pôdnej zásoby. Spolu s ekologickými faktormi výrazne pôsobia na dynamiku dusíka v pôde. Priaznivé poveternostné, teplotné a vlhkosťné podmienky urýchľujú mineralizáciu pôdneho dusíka a rastliny majú k dispozícii dostatočné množstvo anorganického dusíka (Nan), mnohokrát vyššie ako po hnojení dusíkatými hnojivami (Ondrišik, 2013).

Hanáčková a Žembery (2015) vypočítali okrem iného využitelnosť dusíka z aplikovaných hnojív a zistili, že v ročníku 2012 sa pri nižších dávkach dusíka dosiahla vyššia úroda zrna kukurice ako v ročníku 2013. Prihnojovanie v období intenzívneho rastu v ročníku 2013 bolo neefektívne nakoľko úhrn zrážok v tomto období dosiahol len 4,2 % dlhodobého normálu.

Babulicová a.i. (2004) najvyššiu úrodu zrna kukurice dosiahli na variante s organicko – priemyselnými hnojivami. Hmotnosť zrna v šúlku štatisticky vysoko preukazne ovplyvnil ročník, HTZ štatisticky vysoko preukazne ovplyvnil ročník a hnojenie.

Podľa Priadku (2001) sa ročník štatisticky vysoko preukazne prejavil na počte rastlín na jednotku plochy, nemal vplyv na počet zŕn na šúlku a HTZ.

Z výsledkov Žemberyho a.i. (2003) vyplýva, že hnojenie na variante s aplikáciou priemyselných hnojív vplývalo vysoko preukazne na počet rastlín ($\text{ks} \cdot \text{ha}^{-1}$), hmotnosť zrna zo šúlka a v interakcii s ročníkom na HTZ a úrodu zrna. Pestovateľský ročník štatisticky vysoko preukazne ovplyvnil všetky sledované úrodotvorné prvky a úrodu zrna kukurice. Viacfaktorovou analýzou bol potvrdený preukazný vplyv medzi ročníkom 2001 a 2002.

Žák a.i. (2011) sledovali tvorbu úrodotvorných prvkov kukurice za obdobie rokov 1999 až 2005 v integrovanom a konvenčnom systéme hospodárenia, s dvomi úrovňami hnojenia. Zistili vysoko preukazné rozdiely medzi rokmi na hmotnosť zrna zo šúlka, HTZ a preukazné až vysoko preukazné rozdiely v úrode zrna. Medzi úrovňami hnojenia nebol štatisticky významný rozdiel v HTZ ani hmotnosti zrna zo šúlka. V úrode zrna zistili preukazný rozdiel, keď vyššia dávka N sa prejavila vyššou úrodou zrna.

Zrážky a teploty pôsobia nielen svojim množstvom, ale hlavne rozdelením v priebehu vegetácie. Každá plodina má určité, presne definované nároky na optimálne rozdelenie klimatických faktorov. Porušenie tohto vzťahu sa prejaví v znížení úrod (Špánik a.i. 2000).

MATERIÁL A METÓDY

V rokoch 2013 a 2014 sme na výskumno – experimentálnej báze SPU v Nitre, ktorá sa nachádza východne od mesta Nitra, realizovali pokus s kukuricou siatou na zrno (hybrid NK Lucius FAO 350). Sledovali sme pri dvoch spôsoboch obrábania pôdy (konvenčné a minimalizačné obrábanie) reakciu hybridu na aplikáciu priemyselných hnojív, zaorávku pozberových zvyškov predplodiny a na listovú aplikáciu sme použili prípravky (Galleko rast, Galleko list, Galleko kvet a plod).

Geograficky sa územie nachádza v západnej časti Žitavskej pahorkatiny (súradnice 48° 19' s.z.š., 18° 09' v.z.d.). Geologický substrát je tvorený málo rozpustnými horninami s vysokým podielom jemnozrnného materiálu. Hlavnou pôdnou jednotkou je hnedozem pseudoglejová na sprašových a polygénnych hlinách. Pôda je stredne ťažká (hlinitá). Lokalita má charakter roviny s nepatrným sklonom k juhu, nadmorská výška je 175 – 180m.

Spôsoby základného obrábania pôdy: **O1** – konvenčné obrábanie pôdy (stredne hlboká orba 0,20 – 0,24 m), **O3** – minimalizované obrábanie pôdy (tanierovanie do hĺbky 0,10 - 0,15 m). V rámci variantov hnojenia boli použité hladiny živín: **H1** – bez hnojenia (kontrolný variant), **H1a** – aplikácia prípravkov Galleko, **H2** aplikácia priemyselných hnojív na plánovanú 7,0 t.ha⁻¹ úrodu zrna a príslušného množstva nadzemnej fytohmoty, **H2a** – H2 + aplikácia Galleko, **H3** – hnojenie priemyselnými hnojivami na plánovanú úrodu a pozberové zvyšky predplodiny. **H3a** - H3 + aplikácia Galleko. Na základe výsledkov rozborov pôdy bol v dvoch termínoch počas vegetácie aplikovaný dusík v dávke 120 až 170 kg.ha⁻¹. V ročníku 2013 bolo aplikovaných 30 kg .ha⁻¹ P₂O₅ a v ročníku 2014 to bolo 20 kg.ha⁻¹. V oboch ročníkoch v rámci základného obrábania pôdy bolo aplikované po 50 kg. ha⁻¹K₂O. Predplodinou kukurice satej na zrno bol hrach siaty + medziplodina horčica biela. Termín sejby bol: 24.4.2013 a 11.4.2014, odber vzoriek na mechanické analýzy bol v oboch hodnotených ročníkoch 25.9.2013, resp. 25.9.2014.

Cieľom príspevku bolo zhodnotiť reakciu hybridu na rozdielne spôsoby obrábania pôdy a výživu a hnojenie konvenčnými hnojivami a aplikáciu prípravkov Galleko na mimokoreňovú výživu v dvoch diametrálne odlišných ročníkoch.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

V prevegetačnom období v ročníku 2013 počas mesiacov január až marec dosiahol úhrn zrážok 233,6 mm, čím sa vytvorila dobrá zásoba vody v pôde. Mesiac apríl je charakterizovaný ako suchý s úhrnom zrážok 23 mm, čo je 59 % klimatického normálu. V poslednej dekáde apríla, kedy sa zakladal budúci porast kukurice (24.4. 2013), napršalo len 0,2 mm, čo na pôde nebolo vôbec poznať. Mesiac máj je charakterizovaný ako teplotne, tak aj úhrnom zrážok ako normálny. Priemerná mesačná teplota bola len o 0,1°C vyššia v porovnaní s normálom. Zrážky za mesiac dosiahli 65,6 mm (t.j. 112,1 % kl.n.). Rovnomerné rozloženie zrážok pomohlo kukurici počas vzhádzania a vo vývine v počiatkových rastových fázach. 21.mája kukurica dosiahla rastovú fázu 5.- 6. listu a aplikovali sme Galleko rast v koncentrácii 0,8%. Mesiac jún je charakterizovaný ako teplotne a zrážkovo normálny. Začiatkom mesiaca sa aplikovalo v závislosti od potrieb porastu vyplývajúcich z chemického rozboru pôdy 75-85 kg.N.ha⁻¹. Uprostred mesiaca jún porast kukurice dosiahol rastovú fázu 10. listu a aplikovali sme Galleko list v koncentrácii 0,8 %. Druhá dávka dusíka v rozpätí 75 až 85 kg.ha⁻¹ bola aplikovaná 27.6.2013. Mimoriadne nepriaznivý pre vývoj porastu kukurice bol mesiac júl, počas ktorého úhrn zrážok dosiahol len 2,2 mm (4,2 % kl.n.), s charakteristikou mimoriadne suchý s priemernou teplotou vyššou o 2,4 °C v porovnaní dlhodobým normálom (Tab.1). Hanáčková a Žembery (2015) konštatovali, že prihnojovanie v období intenzívneho rastu v ročníku 2013 bolo neefektívne nakoľko úhrn zrážok v tomto období dosiahol len 4,2 % dlhodobého normálu

Tabuľka 1. Klimatická charakteristika Nitry počas vegetácie kukurice na zrna v roku 2013

Mesiac	normál		2013								
	teplota	zrážky	teplota	odchýl.	charakt.	I.dek	II.dek.	III.dek	úhrn	% norm.	charakt.
IV.	10,4	39,0	11,7	1,3	teplý	12,0	10,8	0,2	23,0	59,0	suchý
V.	15,1	58,0	15,2	0,1	normál	10,2	18,8	36,6	65,6	113,1	normál
VI.	18,0	66,0	18,5	0,5	normál	31,2	2,2	21,4	54,8	83,0	normál
VII.	19,8	52,0	22,2	2,4	veľ. tep.	2,0	0,2	0,0	2,2	4,2	mim.s.
VIII.	19,3	61,0	21,0	1,7	teplý	13,0	2,8	54,2	70,0	114,8	normál
IX.	15,6	40,0	13,6	-2,0	studený	15,4	45,2	0,2	60,8	152,0	veľ.vlh.
\bar{x}	16,4	-	17,0	0,6	-	-	-	-	-	-	-
úhrn	-	316,0	-	-	-	-	-	-	276,4	87,5	-

Kukurica začala metať začiatkom druhej dekády júla, kedy sme aplikovali Galleko kvet a plod v koncentrácii 0,9 %. Mesiac august je charakterizovaný ako zrážkovo normálny a teplý. Počas I. a II. dekády augusta úhrn zrážok dosiahol 15,8 mm, čo bolo na vyprahnutú pôdu málo. Rastliny kukurice usychali na koreni. Počas III. dekády augusta úhrn zrážok dosiahol síce 54,2 mm, čím sa v rámci hodnotenia zrážkových pomerov mesiac august dostal do kategórie normálny, ale rastliny už nemali z čoho zregenerovať, nakoľko listový aparát bol zoschnutý. September je charakterizovaný ako veľmi vlhký mesiac. Špánik ai. (2000) uvádzajú, že zrážky a teploty pôsobia nielen svojim množstvom, ale hlavne rozdelením v priebehu vegetácie a porušenie tohto vzťahu sa prejaví v znížení úrod, čo sa v plnej miere prejavilo v pokuse s kukuricou v tomto pestovateľskom ročníku.

V hodnotenom ročníku 2013 obrábanie pôdy, ani hnojenie ako faktory pokusu, nemali štatisticky preukazný vplyv ani na jeden z hodnotených úrodovotných prvkov (Tab.2,3). Pozitívny vplyv aplikácie prípravkov Galleko sme zaznamenali pri interakcii minimalizačného obrábania pôdy s kontrolným variantom hnojenia, kde sa zvýšila úroda zrna o 0,34 t.ha⁻¹. Porovnateľné výsledky boli na variantoch s aplikáciou priemyselných hnojív a Galleka, kde sa zvýšila úroda zrna o 0,43, t.ha⁻¹.

Tabuľka 2. Analýza rozptylu vybraných faktorov na úrodovotné prvky kukurice na zrna

Faktor pokusu	Počet zrn na šúľku (ks)			Hmotnosť zrna zo šúľka (g)		
	2013	2014	2013-14	2013	2014	2013-14
Obrábanie pôdy	-	-	-	-	-	-
Hnojenie	-	-	-	-	++	++
Ročník			++			++
Faktor pokusu	HTZ (g)			Úroda zrna (t.ha ⁻¹)		
	2013	2014	2013-14	2013	2014	2013-14
Obrábanie pôdy	-	-	-	-	-	-
Hnojenie	-	++	++	-	++	++
Ročník			++			++

Rozdiely ani v jednom zo sledovaných úrodovotných prvkov a ani v úrode zrna kukurice medzi konvenčným a minimalizačným obrábaním pôdy v obidvoch pestovateľských ročníkoch neboli štatisticky významné (Tab.3).

Tabuľka 3. Viacfaktorová analýza rozptylu obrábania pôdy na vybrané úrodovorné prvky kukurice

Obrábanie pôdy	Počet zrn na šúlku (ks)			Hmotnosť zrna zo šúlka (g)		
	2013	2014	2013-14	2013	2014	2013-14
O1	433,14 a	522,04 a	470,36 a	94,164 a	185,20 a	137,97 a
O3	403,66 a	513,68 a	458,67 a	87,886 a	180,55 a	134,22 a
Hd 00,5	39,718	41,280	30,898	9,307	12,411	8,969
Obrábanie pôdy	HTZ (g)			Úroda zrna (t.ha ⁻¹)		
	2013	2014	2013-14	2013	2014	2013-14
O1	225,33 a	356,73 a	293,17 a	5,84 a	11,46 a	8,68 a
O3	227,33 a	351,65 a	289,49 a	5,77 a	11,11 a	8,44 a
Hd 00,5	23,261	14,312	14,991	0,536	0,734	0,439

V pestovateľskom ročníku 2014 hnojenie malo štatisticky vysoko preukazný vplyv na hmotnosť zrna zo šúlka, HTZ a úrodu zrna (Tab.3). Štatisticky preukazné rozdiely v hmotnosti zrna zo šúlka boli medzi H1(nehnojenou kontrolou) a H2a, H3, H3a (H2a priemyselné hnojivá + Galleko, H3-priemyselné hnojivá + zaorávka pozberových zvyškov predplodiny, H3a-čo H3 + Galleko)(Tab.4). V hmotnosti tisíc zrn (HTZ) a v úrode zrna sme zistili štatisticky preukazné rozdiely medzi H1 a H2, H2a, H3, H3a, ale aj medzi H2 (len Galleko) a H2a, H3, H3a. Prípravky Galleko boli aplikované v rovnakých rastových fázach kukurice ako v ročníku 2013. Z výsledkov pokusov realizovaných v dvoch diametrálne odlišných ročníkoch nám vyplynulo, že vyššia účinnosť prípravkov je v teplotne a zrážkovo normálnom ročníku. Takmer pri všetkých kombináciách obrábania pôdy a hnojenia sa zvýšila úroda zrna po aplikácii prípravkov Galleko od 0,44 do 1,82 t.ha⁻¹. Výraznejšie zvýšenie úrod zrna bolo pri interakcii konvenčného obrábania pôdy (O3) a prípravkov Galleko.

Tabuľka 4. Viacfaktorová analýza rozptylu hnojenia na vybrané úrodovorné prvky kukurice

Hnojenie	Počet zrn na šúlku (ks)			Hmotnosť zrna zo šúlka (g)		
	2013	2014	2013-14	2013	2014	2013-14
H1	405,44 a	482,97 a	443,65 a	80,61 a	149,21 a	114,83 a
H1a	422,48 a	487,23 a	452,64 a	83,95 a	162,43 a	122,26 ab
H2	419,92 a	504,13 a	454,10 a	93,76 a	182,28 ab	135,95 bc
H2a	445,08 a	553,03 a	489,99 a	98,82 a	201,79 b	147,99 c
H3	422,24 a	560,77 a	489,65 a	98,83 a	200,52 b	149,88 c
H3a	395,25 a	519,03 a	457,05 a	90,17 a	201,01 b	145,65 c
Hd 00,5	92,55	111,41	69,51	21,68	33,50*	20,18*
Hnojenie	HTZ (g)			Úroda zrna (t.ha ⁻¹)		
	2013	2014	2013-14	2013	2014	2013-14
H1	210,66 a	307,87 a	261,05 a	5,16 a	8,95 a	7,15 a
H1a	201,92 a	332,74 ab	267,12 ab	5,30 a	9,76 ab	7,57 ab
H2	228,89 a	363,31 bc	297,26 bc	6,04 a	11,36 bc	8,63 bc
H2a	221,49 a	366,97 bc	295,58 bc	6,11 a	12,56 c	9,33 c
H3	251,45 a	363,41 bc	308,49 c	6,36 a	14,45 c	9,42 c
H3a	243,55 a	390,85 c	318,48 c	5,85 a	12,63 c	9,24 c
Hd 00,5	54,19	38,67 *	33,73 *	1,38	1,98 *	1,08 *

Z hodnotenia dvojročných výsledkov vyplýva, že ročník ako faktor pokusu štatisticky vysoko preukazne vplýval na všetky hodnotené úrodovorné prvky a úrodu zrna kukurice (Tab.2). Preukazné

rozdiely boli zistené vo všetkých hodnotených úrodovných prvkoch medzi ročníkmi 2013 a 2014 (Tab.5). Ročník 2014 významne ovplyvnil sledované úrodovné prvky aj v dvojročných priemerných hodnotách. Hnojenie aj v priemere rokov 2013-14 štatisticky vysoko preukazne vplývalo na hmotnosť zrna zo šúľka, HTZ a úrodu zrna. Medzi jednotlivými variantmi hnojenia sú porovnateľné výsledky ako tomu bolo v roku 2014 (Tab. 4).

Tabuľka 5. Viacfaktorová analýza rozptylu ročníka na vybrané úrodovné prvky kukurice

Úrodovný prvok	Ročník		Hd 0,005
	2013	2014	
Počet zrn na šúľku (ks)	411,17a	517,86 b	30,89 *
Hmotnosť zrna zo šúľka (g)	89,31 a	182,87 b	8,97 *
HTZ (g)	228,47 a	354,19 b	14,99 *
Úroda zrna (t.ha ⁻¹)	5,83 a	11,28 b	0,44 *

Vegetačné obdobie kukurice v ročníku 2014 s úhrnom zrážok 438,8 mm je charakterizované ako normálne s teplotou za vegetačné obdobie nižšou o 0,8 °C. Mesiace apríl a jún sú charakterizované ako zrážkovo aj teplotne normálne. Za mimoriadne vlhké sú považované mesiace júl a september s normálnym priebehom teplôt (Tab.6).

Tabuľka 6. Klimatická charakteristika Nítry počas vegetácie kukurice na zrno v roku 2014

Mesiac	normál 61-90		2014									
	teplota	zrážky	teplota	odchýl	charakt.	I.dek	II.dek.	III.dek	úhrn	% norm	charakt.	
IV.	10,4	39,0	10,8	0,4	normál	9,8	4,6	18,4	32,8	84,1	normál	
V.	15,1	58,0	13,3	-1,8	stud.	3,2	49,6	4,6	57,4	99,0	normál	
VI.	18,0	66,0	17,3	-0,7	normál	3,4	0,6	48	52,0	78,8	normál	
VII.	19,8	52,0	19,9	0,1	normál	70,0	3,4	39,8	113,2	217,7	mim.vl.	
VIII.	19,3	61,0	17,1	-2,2	veľ.stud	16,4	36,6	21,4	74,4	122,0	normál	
IX.	15,6	40,0	15,1	-0,5	normál	29,0	75,2	4,8	109,0	272,5	mim.vl.	
\bar{x}	16,4	-	-	-0,8	-	-	-	-	-	-	-	
úhrn	-	316,0	-	-	-	-	-	-	438,8	138,9	normál	

ZÁVER

Na základe výsledkov z dvoch diametrálne odlišných zrážkových a teplotných podmienok počas vegetačného obdobia kukurice siatej na zrno je možné formulovať nasledovné závery:

V ročníku 2013 obrábanie pôdy, ani hnojenie ako faktory pokusu, nemali štatisticky preukazný vplyv ani na jeden z hodnotených úrodovných prvkov. Pozitívny vplyv aplikácie prípravkov Galleko sme zaznamenali pri interakcii minimalizačného obrábania pôdy s kontrolným variantom hnojenia, kde sa štatisticky nepreukazne zvýšila úroda zrna o 0,34 t.ha⁻¹ Porovnateľné výsledky boli na variantoch s aplikáciou priemyselných hnojív a Galleka, kde sa zvýšila úroda zrna o 0,43, t.ha⁻¹.

V pestovateľskom ročníku 2014 hnojenie malo štatisticky vysoko preukazný vplyv na hmotnosť zrna zo šúľka, HTZ a úrodu zrna.

V hmotnosti zrna zo šúľka boli štatisticky preukazné rozdiely medzi nehnojenou kontrolou (H1) a (H2a)- priemyselné hnojivá + Galleko, (H1 a H3)- priemyselné hnojivá + zaorávka pozberových zvyškov predplodiny, (H1 a H3a) - H3 + Galleko.

V HTZ a v úrode zrna sme zistili štatisticky preukazné rozdiely medzi H1 a H2, H2a, H3, H3a, ale aj medzi H2 (len Galleko) a H2a, H3, H3a.

Vyššia účinnosť prípravkov je v teplotne a zrážkovo normálnom ročníku. Takmer pri všetkých kombináciách obrábania pôdy a hnojenia sa zvýšila úroda zrna po aplikácii prípravkov Galleko od 0,44 do 1,82 t.ha⁻¹. Výraznejšie zvýšenie úrod zrna bolo pri interakcii konvenčného obrábania pôdy (O3) a prípravkov Galleko.

Ročník ako faktor pokusu štatisticky vysoko preukazne vplýval na všetky hodnotené úrodovné prvky a úrodu zrna kukurice.

Hnojenie v priemere rokov 2013-14 štatisticky vysoko preukazne vplývalo na hmotnosť zrna zo šúlka, HTZ a úrodu zrna.

Podakovanie: Príspevok vznikol za podpory grantového projektu VEGA 1/0816/11

LITERATÚRA

- BABULICOVÁ, M. - KOVÁČ, K. - KLIMEKOVÁ, M. - ŽÁK, Š. 2004: Vplyv predplodiny a hnojenia na úrodu a vybrané prvky úrodnosti kukurice siatej na zrno. In: Agrochémia, roč.44, 2004, č.4, s. 4-8. ISSN1335-2415.
- FECENKO, J. 2003: Racionálne hnojenie zabezpečuje úrodnosť pôdy, dostatok potravín, je efektívne a ekologické. In: Agrochémia, roč.43, 2003, č.1, s.18-21, ISSN1335-2415.
- HANÁČKOVÁ, E. – ŽEMBERY, J. 2015: Vplyv vybraných faktorov na úrodu kukurice siatej na zrno. In :Agrochémia, roč.55, 2015, č.1, s.6-13, ISSN1335-2415.
- ONDRIŠÍK, P. 2013: Dynamika anorganického dusíka v pôde a možnosti jej regulácie. Nitra : SPU, 97s. ISBN 978-80-552-1032-2.
- PRIADKA, J. 2001: Pôsobenie pestovateľských technológií a výživy na úrodu hybridov kukurice na zrno. In: Vedecké práce VÚRV Piešťany, roč. 30, 2001, s.39-44, ISBN 8088790-20-4
- ŠPÁNIK, F. - ŠÍŠKA, B. - TOMLAIN, J. - REPA, Š. 2000: Ukazovatele agroklimatickej rajonizácie poľnohospodárskej výroby na Slovensku v podmienkach klimatickej zmeny. Štúdia SBKS SAV XVII. roč.15, Bratislava, Nitra, 2000, 54 s. ISBN 80 – 7137 – 885 – 0.
- ŽÁK, Š. – BELUSKÝ, J.- BUŠO, R. ai. 2011: Pestovanie poľných plodín s orbou či bez orby. Nitra: Agrokomplex - Výstavníctvo, š.p., 2011, s.65-70, ISBN978-80-89417-32-2 .
- ŽEMBERY, J. - LÍŠKA, E. - MOLNÁROVÁ, J. - HANÁČKOVÁ, E. 2003: Závislosť tvorby úrod kukurice siatej na zrno (hybrid LG 23.06) od obrábania pôdy a hnojenia. In: Udržateľné poľnohospodárstvo a rozvoj vidieka. Nitra : SPU, 2003, s. 199-201, ISBN 80-8069-246-7

Adresa autorov: Ing. Jozef Žembery, PhD., Katedra rastlinnej výroby, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, Slovenská poľnohospodárska univerzita, A. Hlinku 2, 949 01 Nitra, e-mail: jozef.zembery@uniag.sk,
doc. Ing. Eva Hanáčková, PhD., Katedra agrochémie a výživy rastlín, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, Slovenská poľnohospodárska univerzita, A. Hlinku 2, 949 01 Nitra, e-mail: eva.hanackova@uniag.sk

POROVNANIE MIERY ZHUTNENIA HNEDOZEME OBRÁBANEJ BEZORBOVOU A KONVENČNOU TECHNOLOGIOU

Comparison of compaction degree of Haplic Luvisol cultivated by no-till and conventional technology

SAMUEL HALMO – TÍMEA SZLOVÁKOVÁ – VLADIMÍR ŠIMANSKÝ – JURAJ CHLPÍK – NORA POLLÁKOVÁ

Slovenská poľnohospodárska univerzita - Katedra pedológie a geológie

In the work was compared the degree of compaction of Haplic Luvisol cultivated by no-till (PPD Prašice) and conventional technology (farmer Ing. Paulen) in Velké Bedzany and Malé Bedzany localities. On each locality were dug 3 pits on soil cultivated by no-till and 3 pits on adjacent soil cultivated by conventional technology. Unbroken soil samples were taken for each of 0.1 m to the depth of 0.4 m. Beside the surface layer of 0.0-0.1 m, the compaction was recorded in layer 0.1-0.4 m of conventional and no-till system in Velké Bedzany and in no-till in Malé Bedzany. The rate of soil compaction was considerably higher in no-till system. Non-capillary pore volume was considerably lower in no-till system compared to conventional, particularly in the layer 0.1-0.3 m. Reduction of non-capillary porosity corresponded with soil compaction. The soil with no-till technology requires rapid realization of deep loosening.

Keywords: *no-till cultivation, conventional cultivation, bulk density, porosity, air porosity*

ÚVOD

Obrábaním pôdy dochádza k významnému ovplyvňovaniu najmä jej fyzikálnych vlastností. Pôda sa má upraviť do stavu, aby pestovaným plodínám poskytovala dobré podmienky pre rast a vývoj, súčasne sa požaduje minimalizácia negatívnych dopadov na stanovište a okolie. Rôzne systémy hospodárenia a technológie obrábania majú odlišný vplyv na vlastnosti pôdy.

Nesprávne použitá orba môže zvýšiť zhutnenie pôdy, znížiť stabilitu štruktúrnych agregátov, narušiť povrchové póry a tým aj výmenu vzduchu, znížiť zadržiavanie a prenos vody a rozpustených látok do pôdy a zvyšovať jej straty povrchovým odtokom a eróziou. Intenzívna orba môže taktiež znižovať obsah pôdnej organickej hmoty v dôsledku zvýšenej mineralizácie ako aj prispieť k erózii a zníženiu kolobehu organickej hmoty odnosom rastlinných zvyškov (Žák et al., 2011).

Minimalizačné a pôdoochranné technológie priaznivo vplyvajú na štruktúrny stav pôdy, lepšie hospodárenie s pôdnou vlhkosťou (zníženie strát vody pri nižšej intenzite spracovania pôdy, zvýšenie vododržnosti pôdy, obmedzenie neproduktívneho výparu vody z pôdy mulčom), redukcia vodnej a veternej erózie, obmedzenie vyplavovania pohyblivých foriem dusíka a i. (Vach a Javůrek, 2011).

Na druhej strane, množstvo negatívnych dôsledkov, najmä nahromadenie pôdou a strniskom prenášaných rastlinných chorôb, náklady spojené so zakúpením techniky, rezíduá herbicídov, ktoré obmedzujú výber plodín, nahromadenie odolných burín, obavy z účinkov herbicídov na životné prostredie a ľudské zdravie obmedzujú širšie použitie bezorbových technológií (Thomas et al., 2007).

Cieľom práce bolo porovnanie miery pedokompakcie hnedozeme, na ktorej sa dlhodobo aplikuje obrábanie bezorbovou a konvenčnou technológiou.

MATERIÁL A METÓDA

Výskum bol uskutočnený v PPD Prašice a u súkromne hospodáriaceho roľníka Ing. Paulena v katastrach obcí Velké Bedzany a Malé Bedzany. Výber stanovišť odberu pôdnych vzoriek bol urobený tak, aby sa na rovnakej Bonitovanej pôdno-ekologickej jednotke (BPEJ) v bezprostrednom susedstve nachádzali oba spôsoby obrábania pôdy, teda dlhodobé konvenčné (Ing. Paulen) aj minimalizačné (PPD Prašice). Tak boli zabezpečené rovnaké pôdno-klimatické podmienky. Geomorfologicky sa oblasť pridružuje k štruktúre centrálno-karpatského pásma, zastúpeného pohorím Považského Inovca. Severná, západná a severovýchodná časť katastrov je tvorená strednými až strmšími svahmi s nadmorskou výškou 300–500 m, južná časť miernejšími svahmi s nadmorskou výškou 280–300 m. Skúmaná oblasť patrí do klimatického okrsku mierne teplého, mierne vlhkého až vlhkého, rázu vrchovinného. Priemerná teplota v rokoch 1997-2007 bola 10,0 °C a priemerný úhrn zrážok 559 mm. Z pôdnych typov v oblasti prevažujú hnedozeme a fluvizeme (Kasala, 1970).

Ing. Paulen dlhodobo využíva konvenčné, orbové spracovanie pôdy, kým PPD Prašice už vyše 18 rokov úspešne aplikuje bezorbovú technológiu, kde na podmietku používajú Horsch Terrano 0,05 – 0,2 m, na hlbšiu prípravu pôdy Horsch Tiger AS 0,2 – 0,3 m, na prehlbovanie podryvač STROM Terraland 0,3 – 0,4 m, na sejbu radličkové sejačky Horsch CO 9 a CO 6 a diskovú sejačku Horsch Pronto 6m.

Dňa 24. 4. 2015 v katastri obce Veľké Bedzany na BPEJ 0248002 (rovina – plošina chrbta svahu, 212 m. n. m., N 48°59964', E 18°17575') boli v desaťmetrových vzdialenostiach od seba vykopené na parcele s minimalizačnou technológiou tri malé sondy do hĺbky 0,5 m, tiež na susednej parcele s konvenčnou technológiou boli vykopené tri sondy a neporušené vzorky pôdy boli odobraté po 0,1 m vrstvách v troch opakovaníach do Kopeckého valčekov do hĺbky 0,4 m. Rovnaký odber vzoriek bol uskutočnený aj v katastri obce Malé Bedzany na BPEJ 0144002 (rovina, 198 m. n. m., N 48°58339', E 18°17940'). V odobratých pôdnych vzorkách boli stanovené: merná hmotnosť, objemová hmotnosť, pórovitosť, hydrofyzikálne vlastnosti (Fiala et al., 1999), keď v práci sa uvádza priemerná hodnota z danej lokality a spôsobu obrábania pôdy. V lokalite Veľké Bedzany bola na bezorbovej parcele zasiata kapusta repková pravá (*Brassica napus* L. conv. *Napus*), na oranej pšenica letná f. ozimná (*Triticum aestivum* L.), v lokalite Malé Bedzany bola na bezorbovej parcele zasiata pšenica letná f. ozimná (*Triticum aestivum* L.), a na oranej jačmeň jarný (*Hordeum sativum* L.).

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Príspevok je zameraný najmä na hodnotenie fyzikálnych parametrov, ktoré odzrkadľujú stav zhutnenia pôdy. Zo skúmaných fyzikálnych vlastností to bola najmä objemová hmotnosť pôdy (ρ_d), pórovitosť (P) a veľkostná distribúcia pórov, ako aj minimálna vzdušná kapacita (V_A), ktorá vyplýva z pôdnej stavby a vzťahuje sa k výmene plynov medzi pôdou a atmosférou a tak ovplyvňuje priaznivý rast a vývoj rastlín.

Z hodnôt uvádzaných v tabuľkách 1 a 2 vyplýva, že v orbovom systéme miera zvyšovania objemovej hmotnosti pôdy rovnomerne stúpala s hĺbkou, kým v bezorbovom boli zaznamenané výrazne zvýšené hodnoty ρ_d vo vrstve 0,1-0,2 m a vo vrstve 0,2-0,4 m ρ_d s hĺbkou rovnomerne klesala. Zvýšené hodnoty objemovej hmotnosti pôdy v bezorbovom systéme korešpondovali s hĺbkou spracovania pôdy, respektíve, už pri samotnom odbere pôdnych vzoriek bola najproblematickejšou práve vrstva 0,1-0,2 m.

Ornicový (Akp) horizont (0,0-0,3 m) v oboch skúmaných lokalitách bol zrnitostne stredný, hlinitý, luvický (Bt) horizont (jeho horná časť bola zastúpená vrstvou 0,3-0,4 m) bol ílovito-hlinitý. Podľa Fulajtára (2006), kritickou pre hlinité pôdy je hodnota objemovej hmotnosti vyššia ako $1,45 \text{ t.m}^{-3}$ a pre ílovito-hlinité nad $1,40 \text{ t.m}^{-3}$. Podľa uvedeného hodnotenia, okrem povrchovej vrstvy 0,0-0,1 m, bolo zhutnenie zaznamenané vo vrstve 0,1-0,4 m v orbovom aj bezorbovom systéme obrábania v lokalite Veľké Bedzany a v bezorbovom systéme obrábania v lokalite Malé Bedzany. Ak porovnáme mieru utlačenia, tá bola značne vyššia v bezorbovom systéme, keď vo vrstvách 0,3-0,4 m sa v oboch lokalitách hodnoty ρ_d orbového a bezorbového systému vyrovnali. Hůla et al. (2008) uviedol, že celkovo vyššia hodnota ρ_d býva v pôde bezorbových systémov, ale do zberu sa tieto hodnoty vyrovnávajú (čiže klesajú), a tým sa približujú ku konvenčnému obrábaniu pôdy. V pôde ponechanej bez obrábania sa prejavuje v priebehu času tzv. nakyprovací efekt.

Hodnoty pórovitosti (P) boli v súlade s ρ_d , keď v orbovom systéme s hĺbkou rovnomerne klesali, a v bezorbovom vo vrstve 0,1-0,4 m stúpali, nakoľko tu odznievalo extrémne utlačenie 0,1-0,2 m vrstvy (tab. 1, 2). Pórovitosť prekročila kritické hodnoty a potvrdila utlačenie vo vrstve 0,1-0,4 m v orbovom aj bezorbovom systéme obrábania v lokalite Veľké Bedzany a v bezorbovom systéme obrábania v lokalite Malé Bedzany. Kritickou hodnotou pórovitosti pre hlinité pôdy je $P < 45 \%$ a pre ílovito-hlinité je $P < 47 \%$ (Fulajtár, 2006). Hodnoty pórovitosti potvrdili vyššiu mieru utlačenia v bezorbových systémoch v porovnaní s orbovými. Žiadne utlačenie v ornici sa neprejavilo v orbovom systéme pod porastom jačmeňa jarného. Dôvodom bolo, že pôda po jarnej príprave a sejbe ešte nestihla prirodzene uľahnúť.

Významnú úlohu najmä pre pôdne organizmy, kde patria aj korene živých rastlín, okrem celkovej pórovitosti zohráva distribúcia pórov podľa veľkosti. Z výsledkov uvedených v tabuľkách 1 a 2 vyplýva, že objem kapilárnych pórov v skúmanej vrstve 0,0-0,4 m sa medzi jednotlivými systémami obrábania pôdy líšil iba minimálne a pohyboval sa v rozmedzí 31,0-33,9 % s trendom postupného zvyšovania s hĺbkou. Avšak značné rozdiely boli zaznamenané v objeme nekapilárnych pórov, ktorý bol významne nižší v bezorbovom systéme obrábania v porovnaní s orbovým a to najmä vo vrstve 0,1-

0,3 m. Redukcia nekapilárnej pórovitosti korešpondovala so zhutnením. Pôdna vrstva, ktorá má takto zredukovanú pórovitosť, najmä obsah nekapilárnych pórov, má značné problémy s priepustnosťou vody do profilu. Voda vyplní priestor nad zhutnením a ďalší objem zrážkovej vody následne steká po svahu a spôsobuje eróziu. Stanovište odberu vzoriek vo Veľkých Bedzanoch bolo síce na rovine, avšak jednalo sa o chrbát svahu so stredným sklonom.

Bedrna et al. (1989) považuje za optimálne, ak z celkovej pórovitosti sú nekapilárne póry (P_N) zastúpené 1/3 (prostredníctvom nich dochádza k výmene vzduchu a vsakovaniu vody do pôdy) a 2/3 predstavujú póry semikapilárne (P_S) a kapilárne (P_K) v ktorých sa zadržiava a vzlína voda. Priemerné zastúpenie P_N z P v Akp horizontoch (0,0-0,3 m) bezorbového systému bolo iba 18,8 % a 19,6 %. Napriek priaznivejším hodnotám priemerného zastúpenia P_N z P v ornici orbového systému (25,1 % a 24,1 %), možno konštatovať, že v oboch systémoch obrábania bola hodnota nižšia ako požadovaných 33 %.

Hodnota minimálnej vzdušnej kapacity (V_A) poukazuje na pôdnu stavbu. Fulajtár (2006) uviedol, že ak je orných pôdach hodnota $V_A < 10$ %, svedčí to o náchylnosti daných pôd na zamokrenie. Hodnoty V_A (tab. 1, 2) v orniciach orbového systému obrábania boli 12,43 % a 12,47 %, kým v bezorbovom systéme priaznivým hodnotám zodpovedala len vrchná vrstva 0,0-0,1 m (14,4 % a 15,9 %), no spodnejšie vrstvy, kde sa ešte stále nachádza podstatná časť koreňov pestovaných plodín, mali veľmi nízke hodnoty V_A (5,4-7,6 %). Teda v bezorbovom systéme, ak sú kapilárne a časť semikapilárnych pórov zaplnené vodou, v Akp horizonte nie je dostatok vzduchu pre dýchanie koreňov rastlín a pre ostatné živé organizmy. Navyše, v pôde s bezorbovým systémom oboch lokalít boli zistené slabé redoxné znaky v celých profiloch, čo potvrdzuje zníženú priepustnosť pôdy pre vodu a zníženú výmenu vzduchu a najmä kyslíka v pôde. Z uvedených faktov vyplýva, že pôda s bezorbovou technológiou vyžaduje urýchlené vykonanie hĺbkového prekypenia.

ZÁVER

- Okrem povrchovej vrstvy 0,0-0,1 m, bolo zhutnenie zaznamenané vo vrstve 0,1-0,4 m v orbovom aj bezorbovom systéme obrábania v lokalite Veľké Bedzany a v bezorbovom v lokalite Malé Bedzany, keď miera utlačenia bola značne vyššia v bezorbovom systéme.
- Objem nekapilárnych pórov bol významne nižší v bezorbovom systéme obrábania v porovnaní s orbovým a to najmä vo vrstve 0,1-0,3 m. Redukcia nekapilárnej pórovitosti korešpondovala so zhutnením.
- Pôda s bezorbovou technológiou vyžaduje urýchlené vykonanie hĺbkového prekypenia.

Podakovanie: Práca bola riešená v rámci projektu VEGA 1/0084/13.

LITERATÚRA

- BEDRNA, Z. et al. 1989. Pôdne režimy. Bratislava: Veda, 1989. 224 s.
- FIALA, K. et al. 1999. Závazné metódy rozborov pôd. Bratislava: VÚPOP, 1999. 142 s.
- FULAJTÁR, E. 2006. Fyzikálne vlastnosti pôd. Bratislava: VÚPOP, 2006. 142 s.
- HŮLA, J. et al. 2008. Minimalizace zpracování půdy. Praha: Profi Press, s.r.o., 2008. 248 s.
- KASALA, J. 1970. Pôdoznalecký prieskum ČSSR, záverečná správa. Bratislava: VÚPVR. 15 s.
- THOMAS, G.A. et al., 2007. No-tillage and conservation farming practices in grain growing areas of Queensland – a review of 40 years of development. *In. Australian Journal of Experimental Agriculture*, 47(8), 2007, p. 887–898.
- ŽÁK, Š. et al. 2011. Pestovanie poľných plodín s orbou či bez orby. Nitra: Agrokomplex, 2011. 120 s.

Adresa autorov:

Ing. Samuel Halmo; SPU, KPG, Tr. A Hlinku 2, 949 76 Nitra; halmo.samuel@gmail.com

Ing. Tímea Szlováková; SPU, KPG, Tr. A Hlinku 2, 949 76 Nitra; xszlovakova@is.uniag.sk

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

doc. Ing. Juraj Chlpík, PhD.; SPU, Tr. A Hlinku 2, 949 76 Nitra; juraj.chlpik@uniag.sk

doc. Ing. Nora Polláková, PhD.; SPU, KPG, Tr. A Hlinku 2, 949 76 Nitra; nora.pollakova@uniag.sk

Tabuľka 1. Základné fyzikálne a hydrofyzikálne vlastnosti hneodzeme kultizemnej luvizemnej obrábanej orbovou a minimalizačnou technológiou, lokalita Veľké Bedzany

hĺbka [m]	ρ_d [t.m ⁻³]		P [%]		P_N [%]		P_K [%]		P_S [%]		P_N [% z P]		P_K [% z P]		P_S [% z P]		V_{AM} [%]		V_A [%]	
	orba	bezorb.	orba	bezorb.	orba	bezorb.	orba	bezorb.	orba	bezorb.	orba	bezorb.	orba	bezorb.	orba	bezorb.	orba	bezorb.	orba	bezorb.
0,0-0,1	1,35	1,40	49,1	47,4	13,5	13,4	32,3	31,7	3,4	2,4	27,4	28,2	65,6	66,8	7,0	5,0	27,1	26,6	14,9	14,4
0,1-0,2	1,48	1,65	44,6	38,6	12,1	6,1	31,0	31,6	1,6	0,9	27,0	15,8	69,4	81,8	3,6	2,4	19,7	11,7	12,8	6,4
0,2-0,3	1,54	1,62	42,7	39,6	8,9	5,0	32,3	33,5	1,6	1,1	20,7	12,6	75,5	84,6	3,7	2,9	16,9	9,8	9,6	5,4
0,3-0,4	1,57	1,60	41,2	40,2	6,2	5,2	33,7	33,9	1,4	1,1	14,9	13,0	81,7	84,2	3,4	2,8	12,6	9,1	6,8	5,6

ρ_d – objemová hmotnosť redukovaná, P – pórovitosť, P_N – objem nekapilárnych pórov, P_K – objem kapilárnych pórov, P_S – objem semikapilárnych pórov, V_{AM} – momentálny objem vzduchu,

V_A – minimálna vzdušná kapacita

Tabuľka 2. Základné fyzikálne a hydrofyzikálne vlastnosti hneodzeme kultizemnej obrábanej orbovou a minimalizačnou technológiou, lokalita Malé Bedzany

hĺbka [m]	ρ_d [t.m ⁻³]		P [%]		P_N [%]		P_K [%]		P_S [%]		P_N [% z P]		P_K [% z P]		P_S [% z P]		V_{AM} [%]		V_A [%]	
	orba	bezorb.	orba	bezorb.	orba	bezorb.	orba	bezorb.	orba	bezorb.	orba	bezorb.	orba	bezorb.	orba	bezorb.	orba	bezorb.	orba	bezorb.
0,0-0,1	1,43	1,30	46,6	51,2	11,0	14,8	32,0	33,8	3,7	2,6	23,5	29,0	68,6	66,0	7,9	5,1	23,3	27,9	12,6	15,9
0,1-0,2	1,42	1,62	46,6	39,4	12,1	5,7	31,8	32,0	2,7	1,6	25,9	14,6	68,3	81,3	5,8	4,1	18,0	14,6	13,4	6,4
0,2-0,3	1,44	1,57	46,1	41,4	10,6	6,3	33,5	32,4	2,0	2,7	22,9	15,3	72,7	78,2	4,4	6,5	14,7	15,7	11,4	7,6
0,3-0,4	1,52	1,53	43,4	43,0	8,4	7,0	33,0	33,5	2,0	2,6	19,4	16,3	76,0	77,7	4,6	6,0	12,3	15,5	9,2	8,2

ρ_d – objemová hmotnosť redukovaná, P – pórovitosť, P_N – objem nekapilárnych pórov, P_K – objem kapilárnych pórov, P_S – objem semikapilárnych pórov, V_{AM} – momentálny objem vzduchu,

V_A – minimálna vzdušná kapacita

VPLYV ROČNÍKA A OBRÁBANIA PÔDY NA ÚRODU ZRNOVÝCH PLODÍN

The impact of year weather conditions and soil cultivation on yield of grain crops

EVA CANDRÁKOVÁ

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, FAPZ, Katedra rastlinnej výroby

At the Dolná Malanta locality (E 18°09 'N 48°19') near Nitra field polyfactorial experiment is based for many years. Crop rotation consists of the following crops: cow grass → winter wheat → field pea with white mustard catch crop → grain maize → spring barley. In experimental years 2011 - 2013 we evaluated the impact of soil cultivation on yield of the main product of winter wheat, spring barley and field pea. Methods of soil cultivation: O₁ - conventional (ploughing to a depth of 0.24 m), O₂ - reduced (ploughing to a depth of 0.15 m), O₃ - minimization (disc ploughing to a depth of 0.12 m). Variety of crops: winter wheat – Bertold; spring barley - Kangoo; field pea – Audit. Impact of year weather conditions and soil cultivation on yield of cereal grains and field pea seeds was high significant. The highest yield of winter wheat grains was in 2013 (6.08 t.ha⁻¹). Yield of spring barley (3.79 t.ha⁻¹) and field pea (3.41 t.ha⁻¹) was in 2011 the highest significantly. The lowest yield of all crops was recorded in 2012. Impact of soil cultivation on yield was significant. The highest yield of winter wheat (5.49 t.ha⁻¹) was recorded after disc ploughing (O₃). Reduced method of soil cultivation ensured the highest yield (5.57 t.ha⁻¹) of spring barley (O₂). Yield of field pea seeds was affected least by the soil cultivation. In O₁ variant we recorded 2.44 t.ha⁻¹ of seeds and in O₃ variant it was 2.42 t.ha⁻¹. Results showed that cereals cultivation is possible after shallow ploughing, without ploughing respectively. Conventional method of soil cultivation was more appropriate for field pea with small difference compared to minimization technology of soil cultivation.

Key words: *soil cultivation, crop rotation, field crops, yield*

ÚVOD

Pôda poskytuje rastlinám prostredie pre rast a rozvoj koreňového systému a neškodný rozklad ich zvyškov. Bujnovský a Juráni (1999) charakterizujú pôdu ako neobnoviteľný prírodný zdroj, ktorý má pre život človeka nesmierny význam. Pôda má obmedzenú schopnosť zabezpečovania jednotlivých funkcií a nemôže donekonečna eliminovať negatívne pôsobenie človeka.

Úrodnosť pôdy a stabilita pôdných vlastností závisí vo veľkej miere od rovnováhy medzi živými a neživými zložkami. Na udržanie pôdnej úrodnosti sa musia živiny odčerpané úrodou vrátiť ako hnojivo, alebo biologickým rozkladom pôdnej organickej hmoty a pozberových zvyškov (Hanáčková, 2004).

Východiskovú platformu pre pôsobenie pestovateľa v krajine, vrátane ochrany kvality pôdy a ostatných zložiek prostredia, predstavuje filozofia trvalo udržateľného poľnohospodárstva. Na prípravu pôdy sa využívajú rôzne technológie. Okrem klasickej, pri ktorej sa pôda orie, sa uplatňujú technológie s použitím náradia na kyprenie pôdy bez orby. Hlavným dôvodom je úspora pracovného času, finančných prostriedkov a úspora pohonných hmôt (Demo et al., 1995).

Obrábanie pôdy je energeticky veľmi náročné. Pri výbere spôsobu musíme brať do úvahy aj množstvo pozberových zvyškov predplodiny, ktoré musíme do pôdy zapraviť a zabezpečiť ich rozklad pre uvoľňovanie živín. Cieľom pestovateľov je udržať a zvyšovať úrodnosť pôdy, kde základným predpokladom sú dobré fyzikálne, chemické a biologické vlastnosti pôdy.

Koreňové a rastlinné zvyšky rastlín môžu kryť v bilancii organických látok približne 50-60 % a zvyšných 40-50 % treba dodať organickými hnojivami (Kováč et al., 2003).

Za kľúčové udržateľné postupy, ktoré ovplyvňujú produkčnú schopnosť plodín, sa považuje striedanie plodín a oševné postupy (Pospišil et al. 1999).

Oševný postup ovplyvňuje množstvo a kvalitu organickej hmoty, pôdnu štruktúru a zároveň obohacuje pôdy o biologicky viazaný dusík (Zegada-Ligarazu a Monti, 2011).

Z dôvodu zvyšovania úrodového potenciálu sú do oševného postupu zaraďované strukoviny, po ktorých sa najčastejšie pestuje pšenica. Problémom zaradenia strukovín do oševného postupu je to, že produkujú obmedzené množstvo krehkých rastlinných zvyškov (hrach), ktoré mnohokrát nedokážu zabezpečiť požadované pokrytie pôdy nad 30 % (Young et al., 1994; Guy and Cox, 2002).

Technológia obrábania pôdy, spojená s ponechaním rastlinných zvyškov, môže byť v závislosti od pôdno-klimatických podmienok významným nástrojom hospodárenia s pôdnou vlhkosťou, ale hlavne vhodný technologický postup na ochranu pôdy proti erózii.

Huang et al. (2008) zistili, že najvyššia efektívnosť využitia vody bola zaznamenaná v bezorbovom variante s ponechaním nadzemnej rastlinnej hmoty, ale naopak, najnižšia efektívnosť bola na bezorbovom variante s odstránením nadzemnej hmoty. Výsledkom lepšej bilancie pôdnej vlhkosti, v kombinácii s lepším využitím živín, boli vyššie úrody zrna pšenice a semena hrachu na variantoch s bezorbovým obrábaním s ponechaním rastlinných zvyškov. Naopak na bezorbových variantoch s odstránením rastlinných zvyškov boli najnižšie úrody.

Cieľom nášho pokusu bolo posúdiť vplyv spôsobov obrábania pôdy na úrodu zrna a semena skúmaných plodín v konkrétnych podmienkach pestovateľských ročníkov 2011 – 2013.

MATERIÁL A METÓDY

Na Výskumno-experimentálnej báze Fakulty agrobiológie a potravinových zdrojov SPU v Nitre nachádzajúcej sa v lokalite Dolná Malanta (E 18°09', N 48°19'), je založený dlhoročný poľný polyfaktorový pokus. Lokalita sa nachádza východne od mesta Nitry, v nadmorskej výške 170 m. Územie spadá do teplého, veľmi suchého, nížinného klimatického regiónu. V profiloch hnedozeme hodnoty objemovej hmotnosti prekročili kritickú hranicu (1450 kg.m^{-3}) a celková pórovitosť je na spodnej hranici (40,90 %). Zeminy z orníc na lokalite sú prachovito-hlinité (Tobiášová a Šimanský (2009)).

V osevnom postupe sa striedajú plodiny v poradí: ďatelina lúčna → pšenica letná forma ozimná → hrach siaty s medziplodinou horčicou bielou → kukurica siata na zrno → jačmeň siaty jarný.

Pokus je založený metódou dlhých pásov s kolmo delenými blokmi. Veľkosť pokusnej plochy variantu je 20 m^2 (10 x 2) s tromi opakovaniami, v ktorých je skúmané hnojenie priemyselnými hnojivami a pozberovými zvyškami predplodiny ako aj spôsoby prípravy pôdy. V práci sme sa zamerali na hodnotenie úrod zrna pšenice letnej formy ozimnej, jačmeňa siateho jarného a úrody semena hrachu siateho za obdobie rokov 2011 až 2013 pri troch spôsoboch obrábania pôdy:

O₁ - konvenčné obrábanie pôdy (orba do hĺbky 0,24 m),

O₂ - redukované obrábanie pôdy (orba do hĺbky 0,15 m),

O₃ - minimalizačné obrábanie pôdy (tanierovanie do hĺbky 0,12 m).

Na základné obrábanie pôdy sa používa traktor Z 120 11. Pluh je 4-radličný a na tanierovanie je k dispozícii univerzálny diskový agregát s pracovnou šírkou 3 m. Na predsejbovú prípravu pôdy používame kombinátor a sejbu uskutočňujeme sejačkou Pneusej so záberom 2 m. Náradie je ťahané traktorom Z 6210.

Odrody plodín: pšenica letná forma ozimná – Bertold; jačmeň siaty jarný - Kangoo; hrach siaty – Audit.

Termín sejby plodín: pšenica letná f. ozimná – 2010/2011 - 12.10.2010, 9.10. 2011, 10.10.2012.

jačmeň siaty a hrach siaty: 16.3.2011, 16.3.2012, 25.3.2013.

Výsevky: pšenica a jačmeň – 4,5 mil. klíčivých zrn na hektár; hrach siaty 1 mil. klíč. semien na ha všetky s medziriadkovou vzdialenosťou 0,125 m.

Zber sa uskutočnil maloparcelovým kombajnom: pšenica- 12.7.2011, 16.7.2012, 22.7.2013.

Jačmeň – 12.7.2011, 18.7.2012, 2.8.2013.

hrach siaty - 29.6.2011, 14.7.2012, 28.7.2013.

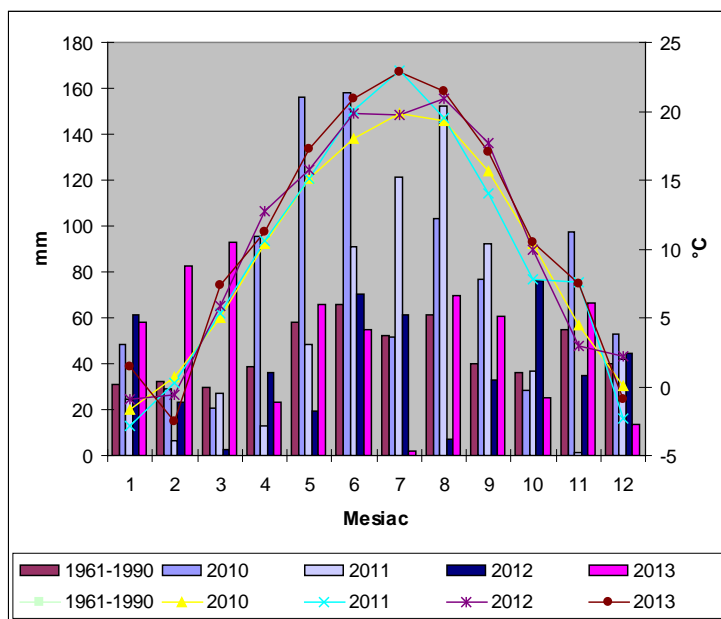
Získané výsledky boli vyhodnotené štatistickým softwarom Statgraphics Plus. Pre vyhodnotenie významnosti jednotlivých faktorov na sledované parametre bola použitá viacfaktorová analýza rozptylu (Anova). Rozdiely medzi variantmi boli posúdené Tukey testom s minimálnou hladinou významnosti $\alpha 0,05$ a $\alpha 0,01$.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Pestovanie plodín v poľných podmienkach je ovplyvňované priebehom poveternostných podmienok, ktoré ovplyvňujú úrodotvorný proces a výslednú úrodu a kvalitu produktov. Skúmané pestovateľské ročníky sa vyznačovali rozdielnymi teplotnými a vlhkovými podmienkami (Obr. 1). Vlhové podmienky pre vzhádzanie pšenice na jeseň 2010 boli priaznivé. September bol veľmi vlhký, október veľmi vlhký a ďalšie mesiace boli vlhké. Z hľadiska teplotného boli tieto dva mesiace studené. V roku 2011 bol marec teplotne normálny, ale apríl mimoriadne teplý a suchý. Vlhký bol jún a mimoriadne vlhký júl a august. September bol suchý, október normálny, ale november mimoriadne

suchý. Jarné mesiace v roku 2012, od marca do júla, sa vyznačovali vysokými teplotami, v porovnaní s dlhoročným normálom, s odchýlkami od 2,2 °C do 3 °C. Chýbala aj voda. Mesiac marec bol mimoriadne suchý, máj veľmi suchý. V apríli a v júni boli zrážky v normálnych hodnotách. Júl bol veľmi vlhký, ale august mimoriadne suchý, september suchý, ale október mimoriadne vlhký. V roku 2013 bol mesiac marec studený a mimoriadne vlhký. Apríl a jún bol teplý a mimoriadne suchý. Júl bol mimoriadne teplý a suchý. V normálnych hodnotách bola teplota iba v máji, ktorý bol zároveň vlhký. Tieto teplotné a vlhkové podmienky sa prejavili na úrode hlavného produktu u každej plodiny inak.

Rastliny sú v priebehu svojho života vystavené veľmi premenlivým podmienkam vonkajšieho prostredia. To môže spomaľovať ich životné funkcie, ale aj poškodzovať jednotlivé orgány (Procházka et al., 1998).



Obr. 1 Poveťnostné podmienky v rokoch 2011-2013

Pšenica letná forma ozimná reagovala pozitívne na podmienky rokov 2012/2013, keď v roku 2013 dosiahla vysoko preukazne najvyššiu úrodu zrna ($6,08 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) v porovnaní s rokom 2011 ($5,36 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) a rokom 2012 ($4,70 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$), v ktorom bola úroda najnižšia. Pre jarné plodiny (jačmeň siaty a hrach siaty) sa javia ako vhodnejšie podmienky v roku 2011, v ktorom dosiahli najvyššie úrody. U jačmeňa siateho jarného bola preukazne najvyššia úroda v roku 2011 ($3,79 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) a podobne aj pri hrachu s úrodou semena $3,41 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. Najhoršie podmienky, pre všetky hodnotené plodiny, boli v roku 2012, čo sa prejavilo najnižšími úrodami (tab. 1). Príčinou boli veľmi teplé a suché jarné mesiace. V roku 2013 sa v jarnom období striedali suché a vlhké mesiace ako aj teplé a studené, ale rozhodujúce pre úrodu jarných plodín boli podmienky v máji. Máj bol vlhký s normálnymi teplotnými podmienkami. Preto v tomto roku bola druhá najlepšia úroda u jačmeňa $3,30 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ a u hrachu $1,90 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Tabuľka 10 Úrody plodín v rokoch 2011-2013 v závislosti od spôsobov obrábania pôdy

Faktor	Úroda (t.ha ⁻¹)		
	pšenica	jačmeň	hrach
	P 0,05 = 0,0237	0,0603	0,0653
	P 0,01 = 0,0333	0,0847	0,0918
Rok: 2011	5,36b	3,79c	3,41c
2012	4,70a	3,08a	1,77a
2013	6,08c	3,30b	1,90b
Obrábanie pôdy			
O1 - konvenčné	5,29a	3,22a	2,44b
O2 - redukované	5,36b	3,57c	2,22a
O3 - minimalizačné	5,49c	3,39b	2,42b

Použité spôsoby obrábania pôdy pôsobili na úrody plodín štatisticky preukazne. Interakcia ročníka so spôsobmi obrábania pôdy bola vysoko preukazná, ale pri jednotlivých plodinách odlišná.

Úroda zrna pšenice letnej formy ozimnej bola vysoko preukazne najvyššia po minimalizačnom spôsobe obrábania pôdy (5,49 t.ha⁻¹) a najnižšia po príprave pôdy konvenčným spôsobom za použitia pluhu (5,29 t.ha⁻¹). Pri redukovanom obrábaní pôdy plytkou orbou sa dosiahla úroda 5,36 t.ha⁻¹. Podobne Hanáčková (2004) vo svojich pokusoch zistila, že úroda zrna pšenice bola ovplyvnená ročníkom, spôsobom obrábania pôdy a hnojením.

Jačmeň siaty reagoval úrodou zrna najlepšie na plytkú orbu, po ktorej bola úroda zrna preukazne najvyššia (3,57 t.ha⁻¹) čo bolo o 0,18 t.ha⁻¹ viac, ako po minimalizačnom spôsobe obrábania pôdy. Najnižšia úroda sa dosiahla po príprave pôdy konvenčným spôsobom.

Hanáčková et al. (2010) dosiahli nepreukazne vyššie úrody zrna pšenice a jačmeňa po minimalizačnej príprave pôdy v porovnaní s konvenčnou.

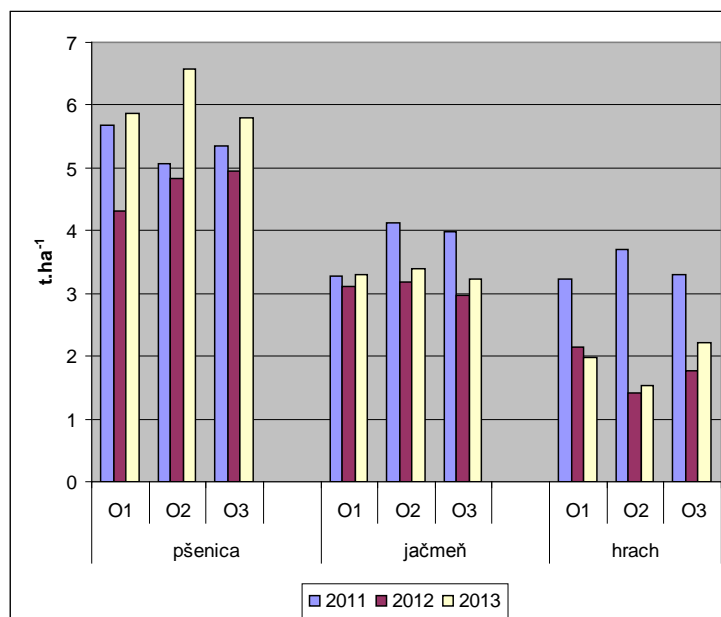
Úroda semena hrachu siateho bola vysoko preukazne ovplyvnená podmienkami ročníka (tab. 1). Najvyššia úroda bola v roku 2011 (3,41 t.ha⁻¹) a najnižšia v roku 2012 (1,77 t.ha⁻¹). Preukazný rozdiel v úrode semena, v porovnaní s rokom 2012, bol aj v roku 2013 (1,90 t.ha⁻¹). Významný vplyv teplotných a vlhkových podmienok na produkčný proces hrachu siateho v mesiaci máj zistil aj Doré et al. (1998). Vplyv podmienok ročníka na výšku úrody semena hrachu siateho vo svojich prácach potvrdzujú Gornall et al. (2010) a Hanáčková et al. (2010).

Z hľadiska prípravy pôdy sa pri hrachu siatom dosiahla približne rovnaká úroda po orbe na variante O1 (2,44 t.ha⁻¹) ako aj na variante bez orby (O3) a to 2,42 t.ha⁻¹ čím bola preukazne vyššia ako po redukovanom spôsobe prípravy pôdy (2,22 t.ha⁻¹). Hanáčková et al. (2010), Woźniak (2013) dosiahli vyššie úrody hrachu siateho po konvenčnej príprave pôdy.

Spôsoby obrábania pôdy sa prejavujú aj na ekonomických ukazovateľoch. Pospíšil et al. (2014), v hodnotení hrachu siateho za obdobie rokov 2008-2010, dosiahol najvyššiu energetickú efektívnosť (1:13,33) pri redukovanom spôsobe obrábania pôdy na nehojenom variante. Najnižšiu priemernú efektívnosť dosiahli (1:7,65) pri minimalizačnom spôsobe obrábania pôdy (O3) na variante hnojenom priemyselnými hnojivami a pozberovými zvyškami predplodiny. Kováč et al. (2010) poukazujú na výhody minimalizačných technológií, v súvislosti s ekonomikou pestovania plodín, vrátane hrachu siateho.

Žák et al. (2011), v rokoch 1999 až 2005, dosiahli úrody všetkých plodín vyššie v konvenčnom systéme hospodárenia ako v bezorbovom systéme.

Z uvedeného vyplýva, že pre obilniny nie je potrebná stredne hlboká orba, ale stačí aj príprava pôdy tanierovým, prípadne iným náradím, alebo plytká orba do hĺbky 0,15 m. Rozhoduje predovšetkým kvalitná príprava pôdy. Dokazuje to úroda hrachu siateho, ktorá bola vyrovnaná medzi orbou a neoraným variantom. V skúmaných rokoch bola najmenej vhodná plytká orba.



Obr. 2 Úrody zrna a semena hodnotených plodín (pšenica letná f. ozimná, jačmeň siaty jarný, hrach siaty) v rokoch 2011 - 2013

ZÁVER

Teplotné výkyvy a nerovnomerné rozloženie zrážkových hodnôt, v priebehu vegetačného obdobia plodín, výrazne ovplyvňujú úrodovný proces. Potvrdilo sa to aj v našich výsledkoch pestovaných plodín v rokoch 2011 až 2013. Pre jarné plodiny, ako jačmeň siaty jarný a hrach siaty, sa ako rozhodujúce javia teplotné a vlhové podmienky v mesiaci máj a jún, čomu nasvedčuje úroda v roku 2011, kedy množstvo vody a teplota vzduchu boli na úrovni dlhoročného normálu a za týchto podmienok boli úrody semena a zrna najvyššie. V roku 2012 bol máj veľmi suchý a veľmi teplý a výsledná úroda jačmeňa siateho a hrachu siateho bola najnižšia.

Spôsoby obrábania pôdy sa na úrodách plodín prejavili štatisticky preukazne. Najvýraznejšie pozitívny vplyv minimalizačného spôsobu obrábania pôdy sa za hodnotené obdobie prejavil na úrode pšenice letnej formy ozimnej. Pri jačmeni a hrachu boli v úrodách preukazné rozdiely medzi spôsobmi obrábania pôdy, ale nedá sa jednoznačne poukázať na výhodnosť konkrétneho spôsobu prípravy pôdy. Jačmeň sa približuje k minimalizačnému spôsobu prípravy pôdy, zatiaľ čo hrach inklinuje ku konvenčnému spôsobu obrábania pôdy. Z našich dlhoročných výsledkov môžeme konštatovať, že v prvom rade je potrebné zabezpečiť kvalitnou prípravou pôdy a sejbou dobré podmienky pre vzchádzanie rastlín, čo súvisí aj s teplotnými a najmä vlhovými podmienkami v danom ročníku. Prítom zohráva dôležitú úlohu predplodina a schopnosť zapravenia jej zvyškov do pôdy. Nemalá úloha spočíva v druhu a type pôdy, na ktorej sa plodiny pestujú. Z výsledkov vyplýva, že pre obilniny je možné využiť minimalizačný spôsob prípravy pôdy. V našich podmienkach hrach siaty lepšie výsledky dosahoval po príprave pôdy orbou, čo nemusí byť v iných podmienkach pravidlom. Preto každý pestovateľ musí pre dosahovanie dobrých výsledkov odskúšať rôzne spôsoby prípravy pôdy vo svojich konkrétnych pestovateľských podmienkach.

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

- BUJNOVKÝ, R., JURÁNI, B. 1999. *Kvalita pôdy - jej vymedzenie a hodnotenie*. Výskumný ústav pôdozvedectva a ochrany pôdy. Bratislava. 1999, 42 s. ISBN 80-85361-49-3
- DEMO, M. et al. 1995: *Obrábanie pôdy*. Nitra, Vysoká škola poľnohospodárska, 1995, 315 s. ISBN 80-7137-255-2
- DORÉ T., MEYNARD J.M., SEBILLOTTE, M. 1998: The role of grain number, nitrogen nutrition and stem number in limiting pea crop (*Pisum sativum*) yields under agricultural conditions. *Eur. J. Agron.* 8, 29–37.

- GORNALL, J., BETTS, R., BURKE, E., CLARK, R., CAMP, J., WILLET, K., WILTSHIRE, A. 2010: Implications of climate change for agricultural productivity in the early twenty-first century. In: *Phil. Trans. R. Soc. B*, 365, pp.2973–2989, doi:10.1098/rstb.2010.0158
- GUY, S.O., COX, D.B. 2002. Reduced tillage increase residue groundcover in subsequent dry pea and winter wheat crops in the Palouse region of Idaho. *Soil Tillage Res.*, 2002, 66, p. 69-77.
- HANÁČKOVÁ, E. 2004: Výživa a hnojenie rastlín v trvalo udržateľných poľnohospodárskych systémoch. In: Demo, M., Látečka, M. et al.: *Projektovanie trvalo udržateľných poľnohospodárskych systémov v krajine*. Nitra: SPU, Bratislava: VÚPOP, Hydromeliorácie, š. p., 2004, 723 s. ISBN 80-8069-391-9
- HANÁČKOVÁ, E., CANDRÁKOVÁ, E. 2014: The influence of soil cultivation and fertilization on the yield and protein content in seeds of common pea (*Pisum sativum*, L.). In: *Agriculture (Poľnohospodárstvo)*, 60, 2014 (3): 105-114. DOI: 10.2478/agri-2014-0012.
- HANÁČKOVÁ, E., CANDRÁKOVÁ, E., MACÁK, M. 2010: Udržateľný technologický systém pestovania hrachu siateho (*Pisum sativum* L.). 1. vyd. Nitra, SPU v Nitre, 162 pp.
- HUANG, G.B., ZHANG, R.Z., LI, G.D., LI, L.L., CHAN, K.Y., HEENAN, D.P., CHEN, W., UNKOVICH, M.J., ROBERTSON M.J., CULLIS B.R., BELLOTTI, W.D. 2008. Productivity and sustainability of a spring wheat–field pea rotation in a semi-arid environment under conventional and conservation tillage systems. *Field Crops Research*, 2008, 107, p. 43-55.
- KOVÁČ, K. et al. 2003. *Všeobecná rastlinná výroba*. Nitra, SPU, 2003, 335 s. ISBN 80-8069-136-3
- KOVÁČ, K., NOZDROVICKÝ, L., MACÁK, M. et al. 2010: Minimalizačné a pôdochranné technológie. Nitra : 2010, 142 s. ISBN 978-80-7139-139-5
- POSPISIL, R. et al. 2014: Energetické hodnotenie systémov pestovania poľných plodín. Vedecká monografia. SPU Nitra : 2014, 115 s., ISBN 978-80-552-11255-5
- POSPISIL, R., LÍŠKA, E., KOVÁČ, K. 1999: Osevné postupy. Nitra, 1999, s. 7 – 10. ISBN 80-85330-61-X
- PROCHÁZKA et al. 1998. Fyziologie stresu. *Fyziologie rostlin*, 1998, 484 s. ISBN 80-200-0586-2
- TOBIAŠOVÁ, E., ŠIMANSKÝ, V. 2009. Kvantifikácia pôdných vlastností a ich vzájomných vzťahov ovplyvnených antropickou činnosťou. Vedecká monografia. Nitra, SPU, s. 114.
- WOŽNIAK, A. 2013: The yielding of pea (*Pisum sativum* L.) under different tillage conditions. In: *Acta Sci. Pol., Hortorum Cultus* 12(2), pp.133-141
- YOUNG, F.L., OGG JR. A.G., BOERBOOM, C.M., ALLDREDGE, J.R. PAPENDICK, R.I., 1994. Integration of weed management and tillage practices in spring dry pea production. *Agron. J.*, 1994, 86, p. 868-874.
- ZEGADA-LIGARAZU, W., MONTI, A.2011: Energy crops in rotation. A review. In: *Biomass and Bioenergy*, vol. 35, 2011, p. 12 – 25. ISSN 0961-9534
- ŽÁK, Š., BELUSKÝ, J., BUŠO, R., GAVORNÍKOVÁ, S., HAŠANA, R., MACÁK, M., KOVÁČ, K., STANKO, P. 2011: Pestovanie poľných plodín s orbou či bez orby? Centrum výskumu rastlinnej výroby Piešťany, 2011, 120 s. ISBN 978-80-7139-149-4

Adresa autorov: doc. Ing. Eva Candráková, PhD., SPU v Nitre, FAPZ, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Eva.Candrakova@uniag.sk

SIDA OBOJPOHLAVNÁ – PESTOVANIE A VYUŽITIE

Virginia fanpetals – cultivation and utilisation

ALŽBETA ŽOFAJOVÁ – KATARÍNA BOJNANSKÁ – MARCELA GUBIŠOVÁ – JOZEF GUBIŠ

Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav rastlinnej výroby

Results of two years experiment aimed at cultivation and utilisation of Virginia fanpetals as source of renewable bioenergy are presented. To increase the germination of seeds we recommend scarification in concentrated sulfuric acid for 20 minutes. The best results in vegetative propagation of rooted cuttings were when the diameter of cuttings was over 10 mm, length 100 mm, and were grown in peat substrate. Plantation of Virginia fanpetals is possible to establish by direct planting of cuttings from rhizomes, experimentally we found out 72% take roots. Between the spring regrowth to beginning of flowering, Virginia fanpetals had higher N compared with alfalfa on average by 16.6% (the average samples of whole plants). In the first year of utilization biomass yield was 12.9 t ha⁻¹ and the heating heat 16.94 MJ kg⁻¹.

Key words: *Virginia fanpetals, germination, vegetative multiplication, N content, biomass*

Energetická bezpečnosť má v súčasnosti väčší význam ako kedykoľvek predtým. Využitie biopalív ako obnoviteľných zdrojov energie, môže byť dôležitým faktorom v procese zníženia závislosti na importe fosílnych energetických surovín a môže tiež stimulovať ekonomický rozvoj vidieckych oblastí (Harsono, Subranto 2013).

Energetické plodiny predstavujú veľmi diverzifikovanú skupinu, ktorá má pravdepodobne najvyšší potenciál pre zabezpečenie biomasy pre energetické účely. Sida obojpoľavá je často považovaná za plodinu, ktorá má vysoký pestovateľský potenciál (Borkowska, Styk 2006).

Sida obojpoľavá (*Sida hermaphrodite* (L.) Rusby) (ďalej sida) je viacročnou plodinou z čeľade slezovitých (*Malvaceae*). Je príbuznou bavlníka, s tým rozdielom, že je trvalou rastlinou mierneho pásma, ktorá môže byť pestovaná 20 až 25 rokov na jednom mieste. Sida má multifunkčné využitie ako krmna, energetická, technická, medonosná a pôdoochranná plodina. Rastliny sidy boli introdukované z USA do európskej časti bývalého Sovietskeho zväzu v 30. rokoch a do Poľska v 50. rokoch minulého storočia (Borkowska, Molas 2012). Pôvodné, divé rastliny mali výšku 1,2 až 1,8 m a boli využívané ako krmne a priadne rastliny, s priemernou úrodou 5 až 20 ton zelenej hmoty na ha a rok. V súčasnosti pestované porasty sidy dosahujú pri 2-3 zberoch ročne na zeleno úrodu 40-80 t.ha⁻¹. Pri využití na energetické účely je biomasa sidy pri viacerých zberoch počas vegetácie vhodná na výrobu bioplynu a pri jednom zbere na spaľovanie alebo spracovanie na biopalivo. Úroda biomasy je významne ovplyvňovaná faktormi prostredia, zvlášť poveternostnými podmienkami a systémom pestovania vrátane hnojenia (Borkowska et al. 2009). Biomasa sidy je ľahko granulovateľná. V procese výroby peliet alebo brikiet si sušenie biomasy vyžaduje veľmi nízke alebo žiadne náklady, čo prispieva k vysokej efektívnosti procesu konverzie. V súčasnosti pestovaná sida má drevnaté 2,5 až 3,5 m vysoké stonky a dlaňovito delené listy. V druhom až treťom roku rastlina má 8 až 12 výhonov. V úžľabí listov sa nachádzajú kvety usporiadané v súkvetí metlina, plodom je drobná tobolka s 5 až 9 drobnými semenami.

Sida má malé požiadavky na pôdu. Môže byť pestovaná aj na chudobných alebo piesočnatých pôdach, ale vo vlhkých podmienkach má lepší rast, zvlášť pri zakladaní porastu. Zaráďujeme ju mimo osevného postupu, pričom je možné využiť aj pôdy degradované, kontaminované alebo iným spôsobom narušené antropogénnou činnosťou. Potenciál sidy ako energetickej plodiny pri pestovaní na okrajových piesočnatých pôdach s využitím digestátu z bioplynovej stanice sledovali Nabel et al. (2014).

V skorom štádiu rastu (pred tvorbou kvetných púčikov), nadzemná časť je tmavozelená a obsahuje cenné zložky ako bielkoviny, aminokyseliny, vitamín C, karotén a iné dôležité látky. Zloženie je podobné ako pri lucerne, čo naznačuje dobrú kvalitu krmiva. Na začiatku kvitnutia začínajú byť dominantnými celulóza a lignín a na konci vegetácie je v sušine stoniek viac ako 50 % celulózy.

V závislosti na hustote rastlín, metóde založenia porastu, pôdnych a poveternostných podmienkach, môže pri zbere 1-krát ročne priemerná úroda sidy počnúc druhým rokom pestovania dosiahnuť 12 až 20 t.ha⁻¹ sušiny. Výhrevnosť sa udáva v rozsahu 14-19 MJ.kg⁻¹, z 1 ha je možné ročne očakávať 220 – 360 GJ energie (Borkowska, Molas 2012). Metodiku pre pestovanie a využitie sidy v Českej republike publikoval Ust'ak (2008).

V príspevku prezentujeme výsledky dvojročného výskumu, ktorého cieľom bolo overiť pestovanie a využitie sidy obojpohlavnej v našich podmienkach.

Generatívne množenie sidy obojpohlavnej

Nízka klíčivosť semien sidy obojpohlavnej súvisí s vysokým zastúpením tvrdých semien. Tento fakt sme potvrdili i v našich podmienkach, keď z výsevov neošetrených semien v r. 2012 bola zistená vzhádzavosť 3,4 – 8 % (Žofajová et al. 2013), pričom voda nebola limitujúcim faktorom. Problém tvrdozemnosti je nutné riešiť skarifikáciou semien (Gubišová et al. 2013). Pri side boli popísané dva spôsoby skarifikácie – horúcou vodou (fyzikálna skarifikácia) a kyselinou sírovou (chemická skarifikácia). Po skarifikácii horúcou vodou a následnom uskladnení semien tieto strácajú klíčivosť, čo neplatí pri skarifikácii v kyseline sírovej. Semená, ktoré boli zbierané v roku 2012 v štyroch termínoch, mali zastúpenie tvrdých semien v intervale 40-80 % (tab. 1). Pre zvýšenie klíčivosti sme použili chemickú skarifikáciu. Po skarifikácii v koncentrovanej kyseline sírovej po dobu 10 minút bolo vo vzorkách 7-53 % (v priemere 23 %) tvrdých semien, po 20-minútovej skarifikácii iba do 8 %. Zo skarifikovaných semien naklíčilo na filtračnom papieri po 3 dňoch 94 % semien. Morené semená mali klíčivosť nižšiu o 12 %. Z výsledkov je zrejmé, že skarifikácia v kyseline sírovej po dobu 10 min nie je postačujúca.

Tabuľka 1. Hodnotenie zastúpenia tvrdých semien a klíčivosti semien sidy obojpohlavnej v roku 2012

Hodnotený parameter	Priemer ± smerodajná odchýlka
Zastúpenie tvrdých semien [%]	60,0 ± 17,0
Zastúpenie tvrdých semien po 10 min skarifikácie v H ₂ SO ₄ [%]	23,3 ± 19,1
Zastúpenie tvrdých semien po 20 min skarifikácie v H ₂ SO ₄ [%]	6,0 ± 6,0
Klíčivosť skarifikovaných semien [%]	94,0 ± 6,0
Klíčivosť skarifikovaných morených semien* [%]	81,7 ± 14,4

*účinné látky carboxin a thirammin

Vegetatívne množenie sidy obojpohlavnej

Kujawski et al. (1997) uvádzajú možnosť vegetatívneho množenia z nadzemnej časti rastliny a taktiež rizómami - koreňovými odrezkami. Odporúčajú segmenty rizómov o hrúbke 10 mm a dĺžke 250 mm s viditeľnými púčikmi. Sida vytvára bohatú sústavu rizómov plytko pod povrchom pôdy.

Na optimalizovanie a vypracovanie metódy pre vegetatívne rozmnožovanie sme použili rastlinný materiál, ktorý pochádzal z jednoročných a dvojročných rastlín dopestovaných zo semena. Použili sme odrezky z nadzemnej (stonkové odrezky) aj koreňovej časti rastlín (koreňové odrezky odobraté z rizómov). Na rastlinách dopestovaných z koreňových odrezkov sme hodnotili výšku rastliny. Sledované faktory a spôsob založenia a vedenia pokusu boli podrobne popísané v práci Bojnanská et al. (2014).

Výška rastlín z koreňových odrezkov s priemerom nad 10 mm bola preukazne vyššia v porovnaní s odrezkami s nižšími priermi (tab. 2). Z odrezkov dlhých 100 mm boli dopestované v priemere o 5,4 cm vyššie rastliny v porovnaní s výškou rastlín dopestovaných z 50 mm dlhých odrezkov. Rastliny dopestované v rašelinovom substráte boli v priemere o 9,62 cm vyššie ako rastliny dopestované v perlite.

Tabuľka 2. Priemerná výška rastlín sidy obojpohlavnej získaných vegetatívnym množením koreňovými odrezkami a výťažnosť – množstvo dopestovaných rastlín vyjadrené percentuálne.

Úroveň faktora	Priemerná výška [cm]	Počet rastlín	Výťažnosť rastlín (na 100 odrezkov)
Priemer koreňového odrezku 5 – 7 mm	7,56 ^a	50	41,67
Priemer koreňového odrezku 8 – 10 mm	9,16 ^a	68	56,67
Priemer koreňového odrezku nad 10 mm	24,32 ^b	126	105,00
LSD _{0,05}	4,98	-	-
Dĺžka koreňového odrezku 50 mm	10,98 ^a	123	68,33
Dĺžka koreňového odrezku 100 mm	16,38 ^b	121	67,22
LSD _{0,05}	3,43	-	-
Zakoreňovací substrát perlit	8,87 ^a	120	66,67
Rašelinový zakoreňovací substrát	18,49 ^b	124	68,89
LSD _{0,05}	4,98	-	-

Medzi priemermi označenými rovnakými písmenami nie sú štatisticky významné rozdiely

Výťažnosť pre jednotlivé úrovne faktorov sme vyjadrili percentuálnym podielom dopestovaných rastlín z počtu založených koreňových odrezkov. Výťažnosť vzhľadom na dĺžku koreňového odrezku a taktiež použitého zakoreňovacieho substrátu bola vyrovnaná od 67 do 69 %. Výťažnosť vzhľadom na hrúbku koreňových odrezkov v jednotlivých kategóriách značne varíovala. Hrúbka koreňového odrezku bola rozhodujúcim faktorom pre výťažnosť. Najnižšiu výťažnosť mali odrezky s priemerom 5 – 7 mm.

Opakovane sme v rokoch 2014 a 2015 založili pokus na overenie spôsobu zakladania porastov sidy obojpohlavnej vegetatívnym spôsobom priamou výsadbou odrezkov rizómov do pôdy. V roku 2015 sme odrezky odobrali z dvoj- a trojročných rastlín po zbere nadzemnej biomasy. Vysadili sme 50 odrezkov v 3 opakovaníach (tab. 3). Na základe výsledkov z predchádzajúcich pokusov vysadené odrezky mali priemer nad 10 mm a ich dĺžka bola 5 – 9 cm. Konečný počet rastlín sme stanovili v čase plnej vegetácie 21. 8. 2015, 5 mesiacov po výsadbe. V priemere bolo získaných 72 % vegetujúcich rastlín z počiatočného množstva vysadených odrezkov (v roku 2014 32 %). Pri tomto spôsobe zakladania porastov sme získali porast bez predpestovania sadeníc a taktiež sme eliminovali práce, ktoré sú potrebné na prípravu uspokojivo klíčivého osiva.

Tabuľka 3. Počet rastlín získaných výsadbou odrezkov rizómov sidy obojpohlavnej priamo do pôdy

Opakovanie	Počet vysadených odrezkov z rizómov	Počet vzídených rastlín	% ujetelnosti
1.	50	34	68
2.	50	37	74
3.	50	37	74
Priemer	-	36	72

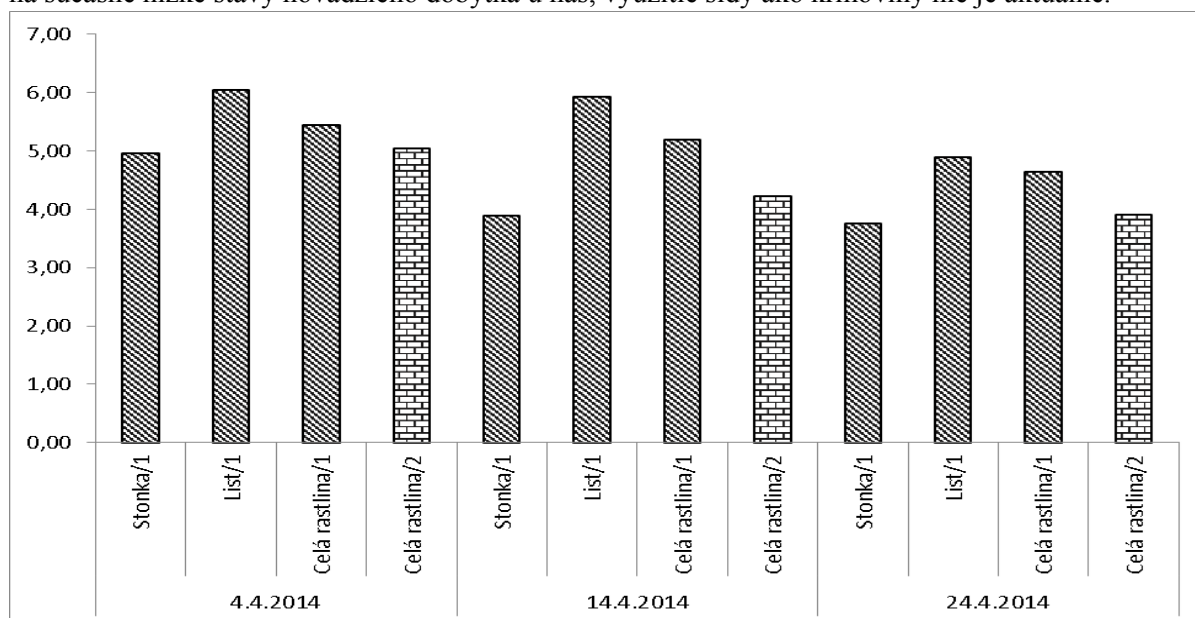
Overili sme tiež možnosť vegetatívneho rozmnožovania z nadzemnej časti sidy obojpohlavnej. Zo založených stonkových odrezkov sme dopestovali celkovo 6 rastlín. Rastliny boli získané z odrezkov zo strednej a bazálnej časti stonky. Výťažnosť stonkových odrezkov bola 10,6 %. V porovnaní s množením z koreňových odrezkov, kedy bola dosiahnutá výťažnosť až 105 % (tab. 2), je množenie zo stonkových odrezkov málo efektívne. Pre množenie zo stonkových odrezkov sú vhodné len časti z vyzretých stoniek. Vhodný materiál na množenie je preto možné získať až v druhej polovici vegetačného obdobia. Tieto mladé rastliny dopestované zo stonkových odrezkov nemajú vyvinuté orgány na prezimovanie: rizómy a púčiky na báze stoniek, a preto sme museli rastliny po rozmnožení kultivovať a následne prezimovať v kultivačnej miestnosti. Tento spôsob vegetatívneho rozmnožovania je len doplnkový a nie je vhodný pre prípravu sadeníc na zakladanie produkčných porastov.

Kvalita sidy obojpohlavnej

Experimentálne sme overili a porovnali obsah N v side a v lucerne sietej. Borkowska a Molas (2012) zistili podobnosť medzi plodinami z hľadiska krmovinárskeho. Obsah N sme stanovili v troch termínoch, v desať dňových intervaloch (4.4.2014, 14.4.2014, 24.4.2014) (obr. 1), pri side separátne v stonkách, listoch a v celej rastline a pri lucerne len v celej rastline. 24.4.2014 sme analýzy ukončili nakoľko pri oboch plodinách sme zaznamenali začiatok butonizácie. V roku 2014 porast sidy bol v 1. úžitkovom roku.

Najvyšší obsah N mali listy sidy v prvom termíne (6,05 %) a najnižší stonky sidy v treťom termíne (3,75 %). Najvyšší rozdiel medzi obsahom N v listoch a v stonkách bol v druhom termíne odberu, t. j. 2,05 % v prospech N v listoch. V prvom a v druhom termíne rozdiel medzi obsahom N v listoch a v stonkách bol približne rovnaký. V každom termíne odberu vo vzorke celej rastliny sidy bol vyšší obsah N v porovnaní s lucernou o 8, 23 a 19 % jednotlivo.

Je zrejmé, že chemické zloženie sidy sa výrazne mení v rôznych rastových fázach. Ust'ak (2008) uvádza, že v období kosby nadzemnej biomasy pri využití na krmne účely má sida optimálny obsah i pomer výživných látok. Našimi analýzami, ktoré boli zrealizované v období vhodnom na kosbu nadzemnej biomasy sme aspoň v obsahu N potvrdili vhodnosť sidy pre krmne účely. Avšak vzhľadom na súčasné nízke stavy hovädzieho dobytku u nás, využitie sidy ako krmoviny nie je aktuálne.



Obr. 1 Porovnanie obsahu N (%) medzi sidou obojpohlavnou (1) a lucernou siatou (2) odroda Vali od obrastania na jar 2014 po butonizáciu

Sida je vhodná na výrobu bioplynu zo zelených rastlín či zo siláže. Dá sa silážovať samostatne po pridaní melasy, alebo v zmesi napr. so silážnou kukuricou. Oleszek et al. (2013) experimentálne dokázali, že sida má vhodné fyzikálne a chemické vlastnosti pre produkciu bioplynu, ako sú vysoký obsah sušiny a tiež vhodný pomer C/N.

Najdôležitejším smerom využitia biomasy sidy je na energetické účely. Suché poštičkované stonky sa spaľujú s cieľom získať tepelnú energiu alebo slúžia na výrobu brikiet a peliet. Energetická hodnota peliet vyrobených zo stebiel je porovnateľná s peletami z borovice a výhrevnosť sa pohybuje od 16 do 18 MJ.kg⁻¹ (Borkowska, Molas 2012). V tabuľke 4 uvádzame výsledky hodnotenia kvality biomasy sidy a porovnanie s ozdobnicou obrovskou. Biomasa sidy mala vyšší obsah dusíka a síry, o 43 a 66 %, jednotlivo. Podobne v obsahu popola pri side bola dvojnásobne vyššia hodnota. Spalné a výhrevné teplo bolo vyššie pri ozdobnici obrovskej, predpokladáme, že rozdiely neboli významné, čo pre malý počet pozorovaní nemôžeme potvrdiť.

Lewandowski et al. (2000) a iní uviedli, že tieto menej známe trvalé plodiny budú zaradené do pestovania aj z dôvodu zachovania biodiverzity. Preto sú vhodné porovnávacie analýzy.

Tabuľka 4. Analýza kvalitatívnych znakov biomasy sidy obojpohlavnej a ozdobnice obrovskej (úroda z vegetácie 2014)

Znak	Sida	Ozdobnica obrovská
Celkový uhlík [%]	44,4	50,2
Celkový dusík [%]	0,510	0,357
Celková síra [%]	0,143	0,086
Celkový vodík [%]	5,27	5,89
Obsah popola [%]	3,17	1,62
Spalné teplo [MJ.kg ⁻¹]	18,19	19,36
Výhrevné teplo [MJ.kg ⁻¹]	16,94	18,0

Analýzy vykonalo Národné lesnícke centrum - Centrálné lesnícke laboratórium, Zvolen

Úroda biomasy sidy obojpohlavnej

V pokuse založenom v roku 2013 v NPPC – VÚRV Piešťany (spon 0,75 x 0,8 m, plocha pokusu 2 áre) sledujeme vplyv hnojenia (60 kg N.ha⁻¹, aplikovaný vo forme liadku amónneho a 20 kg P.ha⁻¹ vo forme superfosfátu) na úrodu nadzemnej biomasy. V roku založenia pokusu bola úroda biomasy (prepočítaná na 100 % sušinu) 2 t.ha⁻¹. V roku 2014 (prvý úžitkový rok, zber 19.3.2015) na hnojenom variante bola úroda biomasy 12,9 t.ha⁻¹ a na nehnojenom variante 9,85 t.ha⁻¹. Hnojenie zvýšilo úrodu biomasy o 30,9 %, pričom rozdiely medzi variantmi sú štatisticky významné. Priemerná výška rastlín v zbere bola od 182 do 245 cm, pričom medzi hnojeným a kontrolným variantom sme nepozorovali žiadne rozdiely.

Dosiahnutá úroda sušiny nadzemnej biomasy je v zhode s výsledkami, ktoré uviedli Borkowska a Molas (2012).

Semeno sidy obojpohlavnej – kvalita a klíčivosť

Pre potreby ďalšej experimentálnej práce sme počas vegetácie 2014 zbierali aj semeno sidy obojpohlavnej. V dôsledku nadpriemerných zrážok v druhej polovici vegetácie kvalita semena bola priemerná s hmotnosťou 1000 semien od 2,565 g do 4,211 g. Naším cieľom bolo tiež zistiť klíčivosť semena po vytriedení na jednotlivé hmotnostné frakcie (tab. 5). Vzorku semena o hmotnosti 170,5 g sme vyčistili a vytriedili vzduchovým separátorom ZIGZAG 1 vertikálnym vzduchovým prúdom na frakcie, ktoré sme označili ako 1. až 4. trieda (predstavoval ju odpad). Semená sme následne skarifikovali podľa overeného postupu (Gubišová et al. 2013). Podľa očakávania najviac semena a s najvyššou klíčivosťou patrilo do 1. triedy, 21,7 %-ný podiel pripadol na semená takmer neklíčivé. V prípade, ak pestovateľ použije pre ďalšie množenie osivo bez čistenia a triedenia, t.j. z priemernej vzorky, môže po skarifikácii osiva očakávať redukovanú klíčivosť, ktorá v našom prípade predstavovala zníženie o 53 % v porovnaní s osivom 1. triedy.

Tabuľka 5. Triedenie a klíčivosť (po skarifikácii) semena sidy obojpohlavnej z úrody roku 2014

Kvalita semena	% podiel zo vzorky		Klíčivosť [%]
	[g]	[%]	
1. trieda	133,55	78,3	64
2. trieda	17,23	10,1	0
3. trieda	9,56	5,6	6
4. trieda (odpad)	10,78	6,0	0
Priemerná vzorka	-	-	34

ZÁVERY

- Pre zvýšenie klíčivosti semien sidy odporúčame skarifikáciu v koncentrovanej kyseline sírovej po dobu 20 minút.
- Pri vegetatívnom množení sidy z koreňových odrezkov, najlepšie výsledky boli ak priemer odrezku bol nad 10 mm, dĺžka 100 mm a bol pestovaný v rašelinovom substráte.
- Porasty sidy je možné zakladať aj priamou výsadbou odrezkov rizómov, experimentálne sme zistili 72 % ujaťnosť.
- V období od jarného obrastania do butonizácie mala sida vyšší obsah N v porovnaní s lucernou siatou v priemere o 16,6 % (v priemerných vzorkách celých rastlín).

- Sida v prvom úžitkovom roku mala úrodu biomasy 12,9 t.ha⁻¹ a výhrevné teplo 16,94 MJ.kg⁻¹.

Pod'akovanie: Výskum bol podporený MPRV SR v rámci projektu „Inovácie pestovateľských systémov v udržateľnej rastlinnej výrobe v meniacich sa podmienkach prostredia“

LITERATÚRA

- BOJNANSKÁ, K., ŽOFAJOVÁ, A., GUBIŠOVÁ, M., GUBIŠ, J. 2014: Rôzne spôsoby rozmnožovania energetickej plodiny sidy obojpohlavnej (Sida hermaphrodita (L.) Rusby) In: Pestovateľské technológie a ich význam pre prax : zborník z 5. vedeckej konferencie s medzinárodnou účasťou, Piešťany, 3. decembra 2014. - Piešťany : NPPC-VÚRV, 2014. - ISBN 978-80-89417-55-1. - S. 67-71.
- BORKOWSKA, H., MOLAS, R. 2012: Two extremely different crops, Salix and Sida, as sources of renewable bioenergy. Biomass and bioenergy, 36, 2012, 234-240.
- BORKOWSKA, H., MOLAS, R., KUPCZYK, A. 2009: Virginia fanpetals (*Sida hermaphrodita* Rusby) cultivated on light soil - height of yield and biomass productivity. Polish J Environ Stud 2009; 18/4:563-8.
- BORKOWSKA, H., STYK, B. 2006: Virginia fanpetals (*Sida hermaphrodita* L. Rusby), cultivation and utilization. Monograph, sec. ed. War; Lublin, p. 69.
- GUBIŠOVÁ, M., ŽOFAJOVÁ, A., BOJNANSKÁ, K., GUBIŠ, J. 2013 : Sida obojpohlavná – spôsoby zakladania porastu. In: Hodnotenie genetických zdrojov rastlín pre výživu a poľnohospodárstvo: zborník zo 7. medzinárodnej vedeckej konferencie, 28. mája 2013. - Piešťany : CVRV, 2013. - ISBN 978-80-89417-49-0. - S. 64-66.
- HARSONO, S. S., SUBRANTO, B. 2013: Land-use implications to energy balances and greenhouse gas emissions on biodiesel from palm oil production in Indonesia. Journal of Central European Agriculture, 12, 2, pp.35-46.
- KUJAWSKI, J., WOOLSTON, L.D., ENGLERT, J.M. 1997: Propagation of Virginia Mallow (*Sida hermaphrodita* (L.) Rusby) from Seeds, Rhizomes (Virginia). In: Restoration & Mgt Notes, No.15, vol. 2, pp. 193-195.
- LEWANDOWSKI, I., CLIFTON-BROWN, J.C., SCURLOCK, J.M.O., HUISMAN, W 2000: Miscanthus: European experience with a novel energy crop. Biomass Bioenergy, 19, pp. 209-227.
- NABEL, M., BARBOSA, D. B. P., HORSCH, D., JABLONOWSKI, N. D. 2014: Energy crop (*Sida hermaphrodita*) fertilization using digestate under marginal soil conditions: A dose-response experiment. Energy Procedia 59, 127-133.
- OLESZEK, M., MATYKA, M., TYS, J., PAPROTA, E. 2013: Charakterization of *Sida hermaphrodita* as a feedstock for anaerobic digestion process. Journal of Food, Agriculture and Environment, 11 (3-4), 1939-1841
- UŠŤAK, S. 2008: Pěstování a využití vlákně oboupohlavné v podmínkách České republiky. Metodika pro praxi. Výzkumný ústav rostlinné výroby, v. v. i. ISBN 978-80-87011-74-4
- ŽOFAJOVÁ, A., GUBIŠOVÁ, M., GUBIŠ, J., BOJNANSKÁ, K. 2013: Sida obojpohlavná (*Sida hermaphrodita* L. Rusby) - nová energetická rastlina vo VÚRV Piešťany In: Genofond 17 : informačný spravodajca. - Piešťany : CVRV, 2013. - ISSN 1335-5848. - S. 24-25.
- ŽOFAJOVÁ, A., GUBIŠOVÁ, M., GUBIŠ, J., BOJNANSKÁ, K., PORVAZ, P. 2013: Pestovanie sidy obojpohlavnej (*Sida hermaphrodita* L.) pre energetické využitie. In: Naše pole. - ISSN 1335-2466. - Roč.17, č.10 (2013), s. 18-19.

Adresa autorov: Ing. Alžbeta Žofajová, PhD., Ing. Katarína Bojnanská, Ing. Marcela Gubišová, PhD., Ing. Jozef Gubiš, PhD., Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav poľnohospodárskej výroby, Bratislavská cesta 122, 921 68 Piešťany, Slovenská republika, e-mail: zofajova@vurv.sk, bojnanska@vurv.sk, gubisova@vurv.sk, gubis@vurv.sk

ZLEPŠENIE KLÍČENIA A RASTU PŠENICE V RÔZNYCH PODMIENKACH VLHKOSTI

Improvement of winter wheat germination and seedling growth parameters in different moisture conditions

KATARÍNA HRČKOVÁ¹ – ROMAN HAŠANA¹ – BOHUSLAV ŽÚŽI²

¹NPPC - VÚRV Piešťany

²PeWaS

High quality of field crop establishment is the core of the future harvest. Usually the most considered items of inputs by farmers are the crop cultivars and nutrients supply. But the essential factor during the first few days after the seed sowing is the water. If there is not enough soil moisture, the reduction of seedling growth will be visible in a very short time. Four levels of moisture and two types of seed treatment were involved into laboratory experiment to examine the effect of superabsorbent polymer (SAP) on seed germination and seedling growth in different moisture conditions. Germination of untreated seeds was 93,75 %, in comparison to 97,50 % under the SAP treatment. Occurrence of germination failure was significantly more frequent in case of untreated seeds. Moisture absorption by seeds across all levels of moisture conditions, was more effective under SAP treatment. The time, which is necessary for successful germination was shorter, as well as stem and root length, root number and seedling weight were improved by SAP application.

Keywords: germination, plant growth, superabsorbent polymer, water supply, winter wheat

ÚVOD

Kvalitné založenie porastov poľných plodín je základom pre budúcu úrodu (Hrčková, 2007). V súčasnosti sa v praxi kladie dôraz najmä na výber odrôd a zásobu živín. Odrody sa dnes už šľachtia pre rôzne špecifické podmienky krajín, resp. regiónov. Agrochemické analýzy pôdy sú bežne podkladovou informáciou pre výpočet dávok základných živín a mikroprvkov. Ale esenciálny faktor počas niekoľkých málo dní po sejbe je voda. Ak nie je v pôde prítomný dostatok prístupnej vody pre semená, potom sa zhoršené podmienky prejavia vo veľmi krátkom čase redukciou rastu.

Cieľom pokusu bolo zistiť, či ošetrenie semien superabsorbentom (SAP) má vplyv na napučovanie a klíčivosť počas prvých dní po výseve v rôznych podmienkach z hľadiska dostupnej vody.

MATERIÁL A METÓDY

Laboratórny pokus bol založený v NPPC-VÚRV Piešťany v roku 2014. Testovacou plodinou bola pšenica letná forma ozimná, odroda Víglanka. V pokuse boli zaradené 2 faktory. Ošetrenie semien, v dvoch úrovniach, kde sa porovnávala kontrolná skupina neošetrených semien a skupina semien ošetrených prípravkom AquaHolder Seed (zosieťovaný kopolymér draselnej soli polyakrylátu s polyakrylamidom), ktorý je vo vode nerozpustný a má schopnosť viazať do svojej štruktúry veľké množstvo vody (SAP). Na osivo bol aplikovaný pred sejbou v dávke 10 g SAP na 1 kg osiva. Druhým pokusným faktorom bolo zásobenie semien vodou v 4 úrovniach (4, 6, 8 a 10 ml destilovanej vody na 1 petriho misku). Pokus bol založený v troch opakovaníach. Každý pokusný variant obsahoval 20 nepoškodených semien.

Semená boli inkubované 8 dní v tme, pri teplote $24 \pm 2^\circ\text{C}$ v petriho miskách s priemerom 185 mm na 1 vrstve filtračného papiera. Misky boli uzavreté, aby sa predišlo povrchovému výparu.

Pred uložením na petriho misku a aj po 24 hodinách (T_{24}) boli semená odvážené a zároveň naskenované. Týmto spôsobom boli získané údaje o hmotnosti absorbovanej vody ako rozdiel medzi hmotnosťou v čase T_{24} a počiatočnou hmotnosťou. Snímky semien boli spracované pomocou programu Smartgrain (Tanabata, 2012) za účelom získania údajov o dĺžke a šírke semien, resp. o prírastku týchto parametrov v čase T_{24} ako doplnkových ukazovateľov.

Semeno sa pokladalo za vyklíčené, resp. normálne, ak koreň dosiahol dĺžku minimálne 2 mm. Celková klíčivosť bola vyhodnotená na ôsmy deň ako pomer vyklíčených zŕn k celkovému počtu zŕn (T_{192}). Po ukončení experimentu boli všetky normálne klíčne rastliny naskenované s kontrastným pozadím v rozlíšení 600 DPI. Zo snímok boli programom ImageJ a SmartRoot (Lobet, 2011) získané údaje o dĺžke a počte koreňov a dĺžke stebľa. Vzorky boli potom vysušené v sušičke pri teplote 105°C a odvážené.

Získané údaje boli vyhodnotené v programe Statgraphics Plus 5.1 metódou dvojfaktorovej analýzy rozptylu. Rozdiely priemerov boli porovnané pomocou LSD testu ($P < 0,05$).

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Ošetrovanie osiva pšenice SAP malo štatisticky významný vplyv na absorpciu vody zrnami počas prvej fázy klíčenia. V laboratórnych podmienkach absorbovala skupina takto ošetrovaných semien v priemere o 7,68 % viac vody ako kontrolná skupina (tab.1). Odroda Vigľanka plasticky reagovala na intenzifikáciu faktora dostupnosti vody a príjem vody zrnom pozitívne koreloval s množstvom dostupnej vody v testovacom prostredí. Priemerné rozdiely v prírastku hmotnosti zŕn po 24 hod medzi niektorými úrovňami tohto faktora boli štatisticky významné (tab.2). Vzájomná interakcia oboch pokusných faktorov naznačuje, že v deficitných podmienkach má ošetrovanie semien pšenice svoje opodstatnenie (obr.1). Zo štatistického hľadiska je však v tomto experimente nepreukazná.

Pomocné parametre získané z obrazovej analýzy semien vykazovali obdobný pozitívny efekt vplyvom ošetrovania semien SAP (tab.1).

Hodnotenie klíčenia zŕn po 24 hod nevykazovalo štatisticky významné rozdiely ani vzťahy k iným sledovaným parametrom. Po 48 hod sa preukazuje prejavil pozitívny vplyv ošetrovania zŕn SAP (obr.3). Rozdiel klíčivosti v čase T_{48} bol najvýraznejší v prostredí deficitnom na vodu W1 (obr.4). V čase T_{72} a T_{96} po začatí experimentu stále pretrvával pozitívny vplyv ošetrovania, pričom najväčší rozdiel bol na variante W2 v prospech ošetrovaných zŕn. Finálne hodnotenie testu klíčivosti v laboratórnych podmienkach (T_{192}) potvrdzuje štatisticky významný pozitívny vplyv testovaného SAP na klíčenie zŕn pšenice (tab.3).

V rámci monitoringu patologických udalostí počas testu klíčivosti bol hodnotený počet nevyklíčených zŕn a počet abnormálnych vzídených rastlín (tab.3). Počet nevyklíčených zŕn bol štatisticky významne vyšší v kontrolnej skupine zŕn bez ošetrovania SAP. Tento trend bol prítomný na všetkých úrovniach faktora WL a paradoxne najmenej nevyklíčených zŕn bolo na variante s deficitom vody. Počet abnormálnych vzídených rastlín nebol významne ovplyvnený žiadnym pokusným faktorom. Ak základom budúcej úrody sú zdravé rastliny, potom oba tieto parametre v kumulatívnom pohľade predstavujú nežiadúcu zložku (obr.2), ktorej veľkosť má byť v populácii minimálna. Z tohto hľadiska bol vplyv ošetrovania zŕn SAP jednoznačne pozitívny a zvýšil podiel korektne vyklíčených a zdravých rastlín. Rozdiel medzi ošetrovanými zrnami a kontrolnou skupinou je štatisticky vysoko významný v prospech ošetrovaných semien.

Základné kvantitatívne parametre vyklíčených rastlín pšenice boli vyhodnotené po 8 dňoch experimentu. Rastliny zo semien ošetrovaných SAP vykazovali priaznivejšie hodnoty jednotlivých skúmaných parametrov (tab.4). Ošetrované rastliny vyprodukovali vyššie množstvo sušiny v celkovej biomase. V priemere mali vyšší počet vyvinutých koreňov a väčšiu celkovú dĺžku koreňového systému. Štatisticky významný rozdiel bol zaznamenaný v dĺžke stebľa rastlín (obr.5). Podobne Fan a kol. (2015), Wang a kol (2008) a Sabbagh a kol. (2015) zaznamenali pozitívny vplyv aplikácie SAP nielen v období klíčenia rastlín, ale aj následne v zlepšení rastových parametrov mladých rastlín obilnín, zeleniny a aromatických druhov.

Tabuľka 1. Hodnotenie napučievania semien v čase T_{24} - ošetrovanie semien

Ošetrovanie osiva	Prírastok hmotnosti semien (mg.ks^{-1})	Prírastok hmotnosti semien (%)	Prírastok dĺžky semien (mm)	Prírastok šírky semien (mm)
SAP	24,15 ^b	47,99 ^b	1,060 ^b	0,627 ^a
Kontrola	20,50 ^a	40,31 ^a	0,890 ^a	0,615 ^a
priemer	22,32	44,15	0,975	0,621

Odlíšne písmeno v stĺpci znamená štatisticky významný rozdiel na hladine $P < 0,05$ (LSD test)

Tabuľka 2. Hodnotenie napučievania semien v čase T_{24} - prístupnosť vody.

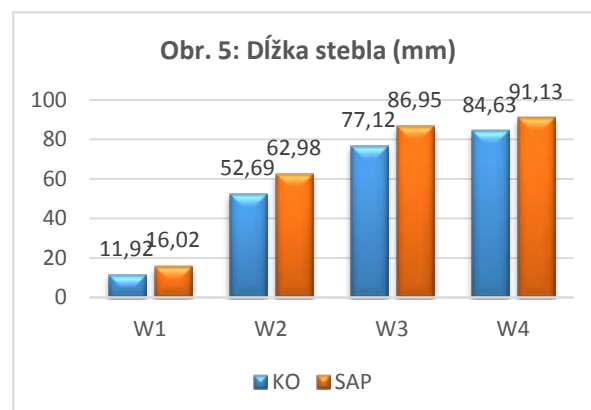
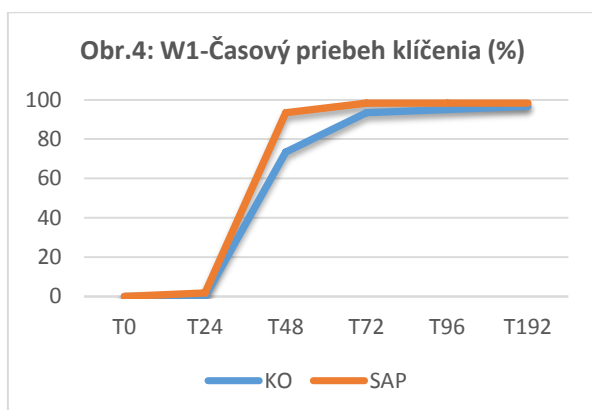
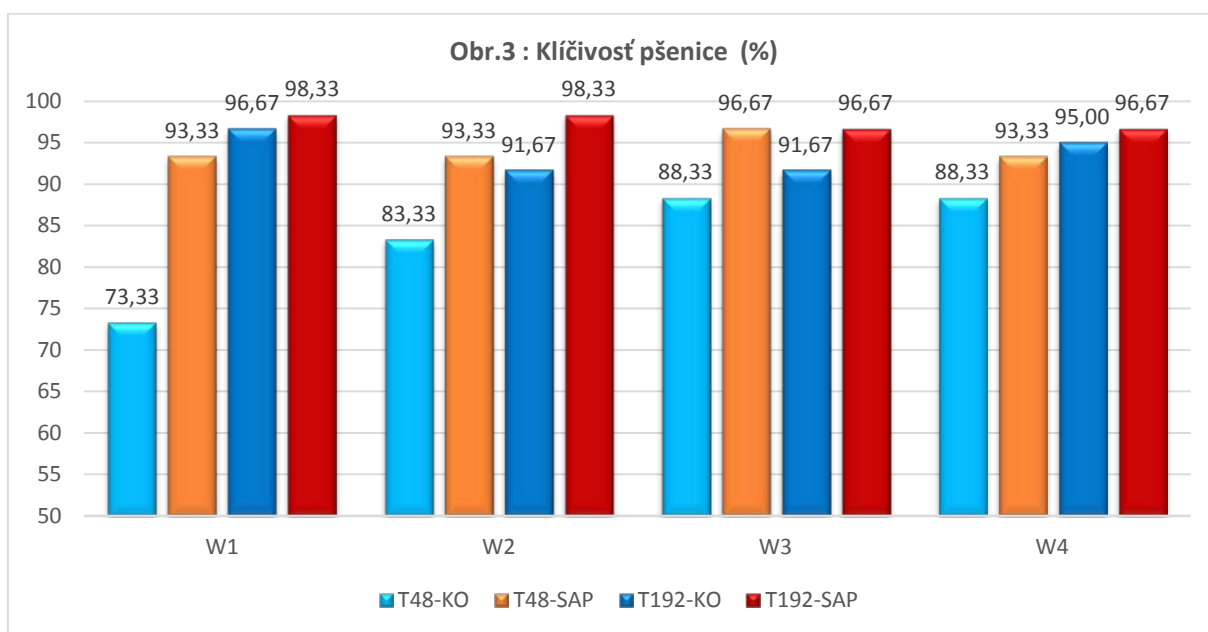
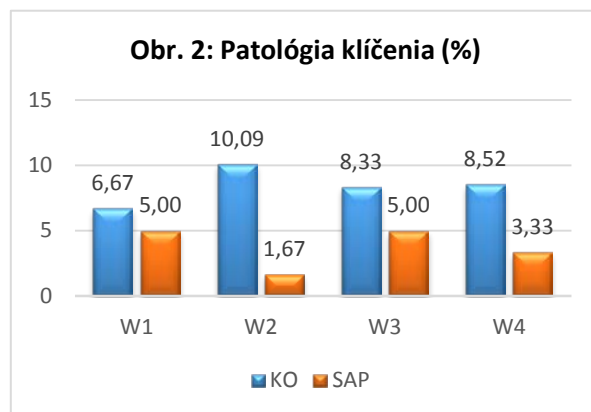
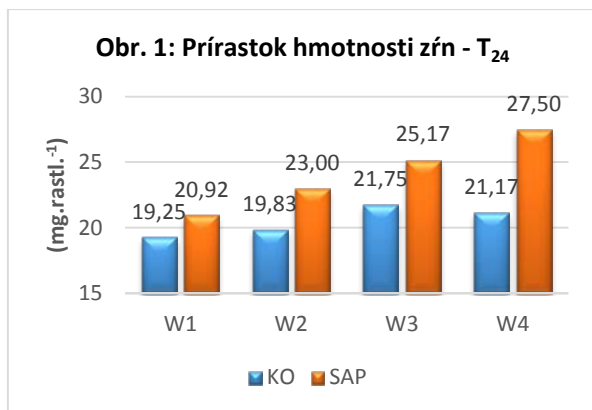
Prístupná voda v prostredí	Prírastok hmotnosti semien (mg.ks^{-1})	Prírastok hmotnosti semien (%)	Prírastok dĺžky semien (mm)	Prírastok šírky semien (mm)
W1	20,08 ^a	39,11 ^a	1,008 ^a	0,570 ^a
W2	21,42 ^a	42,72 ^b	0,978 ^a	0,611 ^{ab}
W3	23,46 ^b	46,91 ^c	0,927 ^a	0,633 ^b
W4	24,33 ^b	47,86 ^c	0,986 ^a	0,668 ^b
priemer	22,32	44,15	0,975	0,621

Odlíšne písmeno v stĺpci znamená štatisticky významný rozdiel na hladine $P < 0,05$ (LSD test)

Tabuľka 3. Klíčenie semien

Ošetrovanie osiva	Klíčovosť T ₄₈ (%)	Klíčovosť T ₁₉₂ (%)	Nevyklíčené zrná (%)	Abnormálne vzídené rastliny (%)	Patológia klíčenia (%)
SAP	94,17 ^b	97,50 ^b	2,50 ^a	1,25 ^a	3,75 ^a
Kontrola	83,33 ^a	93,75 ^a	6,25 ^b	2,15 ^a	8,40 ^b
priemer	88,75	95,63	4,38	1,70	6,08

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



Tabuľka 4. Parametre kľúčnych rastlín v závislosti od ošetrovania osiva

Ošetrovanie osiva	Dĺžka stebľa (mm)	Počet koreňov (ks.rastl. ⁻¹)	Dĺžka koreňov (mm.rastl. ⁻¹)	Hmotnosť kľúčnych rastlín (mg.rastl. ⁻¹)
SAP	64,27 ^b	3,88 ^a	278,48 ^a	14,38 ^a
Kontrola	56,59 ^a	3,67 ^a	262,48 ^a	13,51 ^a
priemer	60,43	3,77	270,48	13,95

Odlíšne písmeno v stĺpci znamená štatisticky významný rozdiel na hladine $P < 0,05$ (LSD test)

ZÁVER

- Aplikácia SAP má významne pozitívny vplyv na príjem vody semenami počas prvej fázy kľúčenia pšenice v rôznych podmienkach dostupnosti vody
- Ošetrovanie semien SAP nezvyšuje riziko výskytu abnormalít v procese kľúčenia
- V podmienkach deficitu vody SAP skraca čas potrebný na vyklíčenie semien
- SAP pozitívne ovplyvňuje aj ďalší rast pšenice po ukončení kľúčenia

LITERATÚRA

- FAN, R., LUO, J., YAN, S., ZHOU, Y, Zhang, Z. 2015: Effects of Biochar and Super Absorbent Polymer on Substrate Properties and Water Spinach Growth. In: Pedosphere, Volume 25, Issue 5, pages 737–748, doi:10.1016/S1002-0160(15)30055-2
- HRČKOVÁ, K. 2007: Zakladanie porastov kukurice. In: Naše pole. - ISSN 1335-2466. - Roč.11, č.4 (2013), s. 19.
- LOBET, G., Pagès, L. and Draye, X. 2011. A Novel Image Analysis Toolbox Enabling Quantitative Analysis of Root System Architecture. In: Plant Physiology, Vol. 157, pp 29-39., doi:10.1104/pp.111.179895
- SABBAGH, E., DANESHIAN, J., ZADEH, S.S., ABADI, S.K.S.S., FANAR, H.R. 2015: Influence of Super Absorbent, Drought Stress and Nitrogen Fertilizer on some Characteristic of Trachyspermum ammi. In: Biological Forum—An International Journal, roč. 7 (1), s. 1023-1029
- TANABATA, T., SHIBAYA, T., HORI, K., EBANA, K., and YANO, M., 2012. SmartGrain: High-throughput phenotyping software for measuring seed shape through image analysis. In: Plant Physiology, Vol.160(4), pp.1871-1880. doi: http://dx.doi.org/10.1104/pp.112.205120
- WANG, Z., YU, J., GAO, J., YAN, Y., ZHANG, J. 2008: Effect of Concentration of Super Absorbent Polymer on the Seedling Establishment of Crops under Different Applying Methods. In: Acta Agriculturae Boreali-Sinica, Vol. 23 Issue (6): 212-216. doi: 10.7668/hbxb.2008.06.048

Adresa autorov:

Ing. Katarína Hrčková, NPPC-VÚRV Piešťany, Bratislavská cesta 122, Piešťany 92168, hrckova@vurv.sk
 Ing. Roman Hašana, PhD., NPPC-VÚRV Piešťany, Bratislavská cesta 122, Piešťany 92168, hasana@vurv.sk
 Doc. Ing. Bohuslav Žúži, CSc., PeWaS s.r.o., Vansovej 2, Bratislava 81103, zuzi@pewas.sk

ÚČINKY FUNGICÍDNEHO OŠETRENIA A ODRODY NA ÚRODU A ÚRODOTVORNÉ UKAZOVATELE PŠENICE LETNEJ FORMY OZIMNEJ

Effects of fungicide treatment and variety on the yield and yield-creating characteristics of winter wheat

LUBICA MALOVCOVÁ – MÁRIA SEKERKOVÁ

Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav rastlinnej výroby Piešťany

In 2014 and 2015, the effects of fungicide treatment and variety on the grain yield and yield-creating characters of winter wheat were investigated. The field trial was located in the Experimental Station Borovce, belonging to the National Agricultural and Food Centre - Research Institute of Plant Production Piešťany. The region is characterized by continental climate with average annual rainfall of 593mm and long-term average annual temperature of 9.2 °C. In the crop rotation were arranged four crops: sunflower, spring barley, winter rape and winter wheat. Three hybrids of winter wheat were used: PS Sunanka, Viglanka and Madejka. The fungicide treatment with product Capalo in dose 1.2 l.ha⁻¹ was applied in growth stage (GS) 32 and fungicide treatment with product Zamír in dose 1.0 l.ha⁻¹ was realized in GS 61 – in the beginning of flowering. In 2014 and 2015, the highest average grain yield was reached by variety Madejka (7.07 t.ha⁻¹) after year-long treatment. By the variety PS Sunanka, the highest difference (2.63 t.ha⁻¹) was recorded between treated plot and untreated plot. By this variety, the highest attack by Puccinia striiformis was observed (61.67 %).

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

ÚVOD

Celovegetačné fungicídne ošetrovanie obilnín a jeho vplyv na kvalitatívne a kvantitatívne parametre je celosvetovo riešená problematika (Bezděková, Šafránková, 2014; Tvarůžek et al., 2010; Sekerková, Malovcová, 2012). Na úrodu a kvalitu plodín vplyvajú nielen klimatické pomery a dodržiavanie agrotechnických zásad, ale aj výskyt chorôb, škodcov a výber odrody. Rozhodujúcim faktorom je aplikácia fungicídnych prípravkov v správnom termíne (Sekerková, 2015).

V posledných rokoch, mierne zimy vytvárajú vhodné podmienky nielen pre prezimovanie plodín, ale aj pre rozvoj patogénov, ktoré sa v minulých rokoch vyskytovali v porastoch ojedinele. Hrdza plevová je ochorenie, ktorého spóry sa šíria vzduchom na dlhé vzdialenosti, čo môže prispieť k náhlym epidémiám (Hovmöller M.S, 2011).

Cieľom našej práce bolo zistiť vplyv odrody a fungicídneho ošetrovania na úrodu a úroduťovné parametre pšenice ozimnej v oševnom postupe s vyšším podielom olejnía a obilnín.

MATERIÁL A METÓDY

Pokus bol založený vo vegetačných rokoch 2013/2014 a 2014/2015 na Výskumnom pracovisku v Borovciach, ktoré patrí NPPC – VÚRV Piešťany. Predplodinou v obidvoch sledovaných rokoch bola repka ozimná. Oblasť je zaradená do kukurično-jačmenného výrobného typu, pôda je degradovaná černoziem, pH 5,5–7,2, obsah prístupného K je dobrý, P stredný, Mg vysoký (Mehlich II). Ornica je stredne hlboká až hlboká (0,24–0,28 m). Humusový horizont je drobnohrudkovitej až hrudkovitej štruktúry, hlinitý, hlboký 0,40–0,55 m. Obsah humusu v ornici je 1,8–2,0 %. Oševný postup bol tvorený 4 plodinami: slnečnica ročná, jačmeň siaty jarný, kapusta repková pravá forma ozimná a pšenica letná forma ozimná. V pokuse boli sledované 3 odrody pšenice ozimnej PS Sunanka, Viglanka a Madejka. Skúšané odrody sú vhodné na pestovanie vo všetkých výrobných oblastiach.

V pokuse boli pri každej odrode sledované 2 varianty fungicídneho ošetrovania (kontrolný a ošetrovaný variant). Pri ošetrovaných variantoch sme aplikovali v rastovej fáze BBCH – 32 (tvorba druhého kolienka) trojzložkový fungicíd Capalo s účinnou látkou fenpropimorf 200 g.l⁻¹, epoxiconazole 62,5 g.l⁻¹ a metrafenone 75 g.l⁻¹ v dávke 1,2 l.ha⁻¹. Vo fáze 61, v čase kvitnutia, bol použitý fungicíd Zamír s kombináciou účinných látok tebuconazole 133 g.l⁻¹ a prochloraz 267 g.l⁻¹ v dávke 1,0 l.ha⁻¹. Zdravotný stav bol hodnotený podľa platných EPPO metodík.

Pokus bol vysiaty metódou znáhodnených blokov s 3 opakovaniami, s veľkosťou parcelky 10 m². Po zbere sme z každého polička odobrali vzorky potrebné na stanovenie úroduťovných ukazovateľov – HTZ, objemovej hmotnosti a podielu vyšších frakcií zrna.

Získané výsledky boli spracované štatistickou metódou – analýzou variancie.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Dosiahnuté výsledky poukázali na štatisticky preukazný až vysoko preukazný vplyv ošetrenia na úrodu a úrodovtné ukazovatele v závislosti od odrody a klimatických pomerov v danom roku. Počasie na začiatku roku 2014 sa vyznačovalo vyššími teplotami oproti dlhodobému priemeru (tab. 1). Skorý nástup jari spôsobil nielen skoršiu regeneráciu porastov, ale aj skorší nástup patogénov. Už koncom marca a začiatkom apríla bol pozorovaný výskyt hrdze plevovej (*Puccinia striiformis*), ktorý prerástol u náchylnejších odrôd do epidémie (na odrode PS Sunanka a Madejka sme zaznamenali výskyt hrdze plevovej aj na klasoch). Napadnutie porastov týmto patogénom spôsobilo štatisticky vysoko preukazné zníženie úrody na odrode PS Sunanka, pri ktorej rozdiel medzi ošetreným a neošetreným variantom bol v priemere $3,01 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. Nárast úrody na ošetrenom variante bol o 148,3% v porovnaní s neošetrenou kontrolou (tab. 2). Po aplikácii kvalitného fungicídu sme zaznamenali vo fáze BBCH 37 zníženie percenta napadnutia o 29 %. Pri odrode Víglanka sa napadnutie prejavilo iba na listovej ploche, pričom neošetrená odroda Víglanka – vykazovala o 35 % nižšie napadnutie v porovnaní s neošetrenou odrodou PS Sunanka. Nižšie napadnutie hrdzou plevovou sa prejavilo aj na úrode, ktorá bola na kontrolnom variante vyššia o $3,67 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ v porovnaní s PS Sunanka. Navýšenie úrody po ošetrení pri odrode Víglanka bolo minimálne a štatisticky nepreukazné. Odroda Madejka zareagovala neskorším nástupom hrdze plevovej, ale s vysokou pokryvnosťou listov (36,33 % na kontrole) (tab.4), pričom sa vplyv aplikácie fungicídov vysoko preukazne prejavil na ošetrenom variante, kde sme zistili úrodu o $1,11 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ vyššiu oproti kontrolnému variantu. HTZ bola štatisticky vysoko preukazne ovplyvnená ošetrením pri všetkých 3 odrodách, na ktorých boli aplikované fungicídne prípravky. Rozdiel medzi ošetrenými a neošetrenými variantmi sa pohyboval od 1,58 g až po 7,89 g v závislosti od odrody.

Chemická ochrana, ktorá bola aplikovaná vo fáze BBCH 32 síce znížila napadnutie porastov hrdzou plevovou, pri hodnotení sme zistili štatisticky vysoko preukazné zníženie napadnutia pri ošetrených variantoch na náchylných odrodách (Madejka a PS Sunanka), ale šírenie tohto patogéna vzhľadom na jeho intenzitu sa nepodarilo týmto ošetrením zabrzdiť. Druhé ošetrenie bolo aplikované vo fáze kvitnutia pšenice BBCH 61, čo bolo neskoro, pretože sa neochránil zástavovitý list, ktorý má rozhodujúci vplyv na výšku úrody. Posledné 2 listy zabezpečujú v prípade pšenice 60 % asimilátov pre úrodu, preto sú z hľadiska zdravotného stavu vo vzťahu k úrode kľúčové (Hudec, 2011).

Nakoľko epidémia hrdze plevovej sa vyskytuje v porastoch ojedinele – raz za 10 – 15 rokov, očakávali sme, že rok 2015 bude bez výskytu, prípadne s minimálnym výskytom tohto patogéna. Klimatické zmeny, nová rasa tohto patogéna (Roháčik et al. 2015) a neschopnosť niektorých odrôd reagovať na tieto vplyvy spôsobilo, že výskyt hrdze plevovej, aj keď v zníženej intenzite, sme zaznamenali aj v tomto roku. V roku 2015 sme zistili štatisticky preukazný vplyv ošetrenia na úrodu pri odrode PS Sunanka (rozdiel $2,26 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ v porovnaní s kontrolou) a pri odrode Madejka (rozdiel $1,38 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ medzi ošetreným a kontrolným variantom). HTZ bola vysoko významne štatisticky ovplyvnená aplikovanou chemickou ochranou len pri odrode PS Sunanka ($H_{d(0,05)}-1,26$).

Z pohľadu dvoch rokov fungicídne ošetrenie štatisticky významne ovplyvnilo úrodu a HTZ u odrôd PS Sunanka a Madejka. PS Sunanka zareagovala zvýšením úrody v priemere o $2,63 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ a Madejka o $1,26 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. U Víglanky sme zaznamenali zvýšenie úrody o $0,41 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ a bolo štatisticky nevýznamné. Aplikácia fungicídneho ošetrenia štatisticky významne ovplyvnila percento napadnutia odrôd hrdzou plevovou, pričom rozdiel medzi ošetreným a neošetreným variantom sa pohyboval od 6,67 % - 20,17 % v závislosti od odrody. Najvyššiu objemovú hmotnosť dosiahla odroda Víglanka na ošetrenom variante $822,8 \text{ g}\cdot\text{l}^{-1}$ a najnižšiu odroda PS Sunanka - $762,3 \text{ g}\cdot\text{l}^{-1}$. Tento ukazovateľ štatisticky vysoko významne ovplyvnil rok a odroda. Najnižší podiel frakcií zrna $2,8 + 2,5 \text{ mm}$ (g) sme zaznamenali na kontrolnom variante pri odrode PS Sunanka (tab.3).

ZÁVER

1. Na celovegetačné fungicídne ošetrenie najlepšie reagovala odroda PS Sunanka vzhľadom na vysoko intenzívne napadnutie hrdzou plevovou.
2. V rokoch 2014 a 2015 bola dosiahnutá najvyššia priemerná úroda zrna pri odrode Madejka na ošetrenom variante po celovegetačnom ošetrení ($7,07 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$).
3. Aplikácia fungicídnej ochrany znížila napadnutie porastov hrdzou plevovou, zistili sme štatisticky vysoko preukazné zníženie napadnutia na ošetrených variantoch pri všetkých troch odrodách.

4. Vzhľadom na dlhé časové rozpätie medzi ošetreniami (BBCH 32 a BBCH 61) bol intenzívne napadnutý zástavovitý list, ktorý má rozhodujúci vplyv na výšku úrody.
5. V hodnotených rokoch, na výšku úrody a sledované úrodovotné ukazovatele pšenice ozimnej štatisticky vysoko preukazne vplývalo ošetrenie, rok a odroda.

Pod'akovanie: Táto publikácia vznikla vďaka podpore v rámci rezortnej úlohy výskumu a vývoja na roky 2013 – 2015 riešenej v rámci „Nového modelu vedy a výskumu v rezorte Ministerstva pôdohospodárstva SR“ INOVÁCIE PESTOVATEĽSKÝCH SYSTÉMOV V UDRŽATEĽNEJ RASTLINNEJ VÝROBE V MENIACICH SA PODMIENKACH PROSTREDIA

LITERATÚRA

- BEZDĚKOVÁ, K., ŠAFRÁNKOVÁ, I. 2014: Vliv fungicidů a termínů ošetření na napadení sladovníckých odrůd ječmene houbami r. *Fusarium*. *Úroda* č. 12, s. 241-246.
- HOVMOLLER M.S., SORENSEN, C.K., WALTER S., JUSTENSEN, A.F. 2011: diversity of *Puccinia striiformis* on cereal and grasses. *Ann. Rev. Phytopathol.* 49, 197-217.
- HUDEC, K. 2011: Fungicídna ochrana obilnín v kocke. *Agromanuál: profesionálna ochrana rastlín: regionálna príloha*. Roč.6, č.4, s.15-17.
- ROHÁČIK, T. MUCHOVÁ, D., HUDEC, K. 2015: Epidémia hrdze plevovej na Slovensku v roku 2014 (I.). *Naše pole - Odborný mesačník pre pestovateľov rastlín*, č. 1, ročník 19, 16 – 20.
- SEKERKOVÁ, M. 2015: *Roľnícke noviny*, č. 3, s.14.
- SEKERKOVÁ, M., MALOVCOVÁ, E. 2012: Vplyv extrémne suchého počasia na reakciu odrôd pšenice letnej forma ozimná v závislosti od fungicídneho ošetrenia. *Zborník z 3. vedeckej konferencie „Pestovateľské technológie a ich význam pre prax“* Piešťany, 36 – 39.
- TVARŮŽEK, L., VYŠOHLÍDOVÁ, M., SPÁČILOVÁ, V., HORÁČKOVÁ, S., BÍLOVSKÝ, J. 2010: Volba správneho termínu ošetrenia ozimých obilnín fungicidy na príkladu ječmene ozimého. *Obilnářské listy*, 18, 2010, 4, 117-120

Tabuľka 1. Poveternostné podmienky v rokoch 2013/2014 a 2014/2015v Borovciach

Mesiac	n (1951 – 1980)		2013/2014		2014/2015	
	x_{td} (°C)	$\sum z$ mm	x_{td} (°C)	$\sum z$ mm	x_{td} (°C)	$\sum z$ mm
X.	9,6	42	8,71	29,1	9,2	53,3
XI.	4,6	51	3,33	59,7	4,8	24,9
XII.	0,3	46	-0,57	9,9	-0,23	49,4
I.	-1,8	32	-0,21	34,4	-1,29	64,5
II.	0,2	33	1,22	33,2	-1,51	28,9
III.	4,2	32	6,14	20,7	2,71	53,1
IV.	9,4	43	9,65	65,7	8,17	21,9
V.	14,1	54	13,16	110,3	13,27	58,9
VI.	17,7	80	18	34,5	18,34	21
VII.	18,9	76	19,85	120,1	22,28	24,8
x_{td} (°C) / $\sum z$ mm	7,72	489	7,93	517,6	7,57	400,7

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

Tabuľka 2. Vplyv fungicídneho ošetrenia pšenice ozimnej na úrodu a HTZ v rokoch 2014 a 2015

Odroda	Úroda (t.ha ⁻¹)			HTZ (g)		
	2014	2015	Priemer	2014	2015	Priemer
PS Sunanka - A	2,03	4,94	3,49	31,13	34,00	32,56
PS Sunanka - B	5,04	7,20	6,12	39,02	39,17	39,09
Hd _(0,05) - ošetrenie x odroda	0,67++	1,44+	0,59++	2,34++	1,26++	0,87++
Hd _(0,05) - rok			0,59++			0,87
Víglanka - A	5,70	7,38	6,54	46,73	46,11	46,42
Víglanka - B	5,87	8,02	6,95	48,31	46,72	47,52
Hd _(0,05) - ošetrenie x odroda	1,62	1,03	0,65	0,24++	4,44	1,12
			0,65++			1,12
Madejka - A	4,50	7,15	5,83	43,01	39,82	41,42
Madejka - B	5,61	8,53	7,07	45,74	42,57	44,15
Hd _(0,05) - ošetrenie x odroda	0,29++	1,21+	0,37++	0,43++	3,25	1,23++
			0,37++			1,23++
Hd _(0,05) - ošetrenie			0,25++			0,51++

Hd _(0,05) -odroda			0,37++			0,76++
Hd _(0,05) -rok			0,25++			0,51++
Hd _(0,05) - ošetrovanie x odroda			0,66++			1,33++

A - kontrolný variant bez ošetrovania, B – ošetrovaný variant

Tabuľka 3. Vplyv fungicídneho ošetrovania pšenice ozimnej na objemovú hmotnosť a podiel vyšších frakcií zrna v rokoch 2014 a 2015

Odroda	Objemová hmotnosť (g.l ⁻¹)			Podiel vyšších frakcií zrna (g)		
	2014	2015	Priemer	2014	2015	Priemer
PS Sunanka - A	736,3	788,3	762,3	29,47	16,82	23,14
PS Sunanka - B	802,3	833,3	817,8	67,10	42,32	54,71
Hd _(0,05) - ošetrovanie x odroda	20,33++	78,82	19,04++	9,62++	15,7+	5,97++
Hd _(0,05) -rok			19,04++			5,97++
Víglanka - A	797,3	834,7	816,0	93,00	87,58	90,29
Víglanka - B	807,3	838,3	822,8	93,60	88,06	90,83
Hd _(0,05) - ošetrovanie x odroda	2,48++	21,13	10,18	2,62	4,49	1,85
Hd _(0,05) -rok			10,18++			1,85++
Madejka - A	779,3	824,3	801,8	87,23	55,96	71,6
Madejka - B	801,7	831,3	816,5	87,57	72,56	80,06
Hd _(0,05) - ošetrovanie x odroda	7,17++	31,72	10,06+	2,24	11,96+	4,14++
Hd _(0,05) -rok			10,06++			4,14++
Hd _(0,05) - ošetrovanie			6,29++			2,02++
Hd _(0,05) -odroda			9,34++			2,99++
Hd _(0,05) -rok			6,29++			2,02++
Hd _(0,05) - ošetrovanie x odroda			16,69++			5,25++

Tabuľka 4. Vplyv fungicídneho ošetrovania pšenice ozimnej na napadnutie hrdzou plevovou (*Puccinia striiformis*) v rokoch 2014 a 2015

Odroda	<i>Puccinia striiformis</i>		
	2014	2015	Priemer
PS Sunanka - A	61,67	34,33	48,00
PS Sunanka - B	32,00	23,67	27,83
Hd _(0,05) - ošetrovanie x odroda	++	+	3,25++
Víglanka - A	26,67	20,33	23,50
Víglanka - B	23,00	10,67	16,83
Hd _(0,05) - ošetrovanie x odroda		++	2,69++
Madejka - A	36,33	25,00	30,67
Madejka - B	26,00	15,33	20,67
Hd _(0,05) - ošetrovanie x odroda	++	++	1,88++

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

ŠTRUKTÚRA PÔDY VO VINOHRADE

Soil structure in vineyard

VLADIMÍR ŠIMANSKÝ – JURAJ CHLPÍK – NORA POLLÁKOVÁ

Slovenská poľnohospodárska univerzita – Katedra pedológie a geológie

During the years 2008-2015, we analyzed soil samples from Rendzic Leptosol (locality – Dražovce – experiment with different soil management practices) collected from following treatments: 1. TTP (control), 2. O (intensive cultivated), 3. O+MH (applied farmyard – dose 40 t/ha), 4. TTP + NPK3 (grass + 3rd intensity of fertilization for vineyards) and 5. TTP+NPK1 (grass + 1st intensity of fertilization for vineyards). The effect of different soil management practices on parameters of soil structure was studied. Obtained results showed that overall, in O, the content of water-stable micro-aggregates (WSA_{mi}) increased by 13%, however, the content of water-stable macro-aggregates (WSA_{ma}) decreased by 4% compared to control. Also values of percentage of macro-aggregate destruction (PAD) were higher (by 18%) and stability of water-stable aggregates (Sw) was lower (by 8%) due to intensive cultivation of vine rows. Application of farmyard manure increased contents of WSA_{mi} and decreased WSA_{ma} , Sw and PAD. Application of mineral fertilizers in 1st intensity of fertilization for vineyards had positive effects on soil structure parameters than added mineral fertilizers in 3rd intensity of fertilization for vineyards. Significant correlations were observed between the Sw and hot-water soluble carbon ($r=0.408$; $P\leq 0.05$) and humus quality expressed by FK/FK ratio ($r=0.460$; $P\leq 0.05$). Lower values of colour quotient of humus substances resulted in higher stability of WSA_{ma} ($r=-0.371$; $P\leq 0.05$) and in lower contents of WSA_{mi} ($r=0.371$; $P\leq 0.05$).

Key words: soil structure, cultivation, fertilization, soil organic matter

ÚVOD

Pestovanie viniča hroznorodého a produkcia vín je starodávna a veľmi dôležitá aktivita na celom svete, čomu zodpovedá i celková plocha vinohradov. Juma (2005) uviedol, že vinič hroznorodý sa vo svete pestuje na výmere 7 890 000 ha. Podľa zistení Štatistického úradu Slovenskej republiky (2014) plocha viníc na Slovensku predstavuje 11 199 ha, avšak produkčných vinohradov je o 20% menej (8 856 ha). Vinič pre svoj rast a vývoj potrebuje mať zabezpečené optimálne podmienky, ktoré sa začínajú formovať už pri zakladaní viníc a ďalej pokračujú v správnom nastavení a optimalizácii počas jeho životného cyklu na konkrétnom stanovišti. Ak má byť zvolený správny systém hospodárenia, tak pri jeho vypracovávaní sa musia komplexne posúdiť a zapracovať doň všetky náležité informácie aj o pôde. Zvlášť veľkú pozornosť na úrovni hierarchie, ale aj vzájomných vzťahov medzi ostatnými pedogénnymi faktormi, treba venovať práve pôdnej štruktúre, keďže je považovaná za najzákladnejšiu fyzikálnu vlastnosť pôd. Je potrebné porozumieť ako jednotlivé spôsoby alebo systémy hospodárenia ovplyvňujú agregáciu, aby sme boli schopní urobiť prípadné korekcie v jednotlivých pestovateľských technológiách na rôznych pôdnych typoch a to nie len v produkčných vinohradoch.

Cieľom tejto práce bolo prostredníctvom získaných výsledkov poukázať na vplyv rôzneho pôdneho manažmentu na zmeny v pôdnej štruktúre v konkrétnych pôdno-klimatických podmienkach.

MATERIÁL A METÓDY

Práca bola riešená v rokoch 2008–2014 v Nitrianskej vinohradníckej oblasti (Nitra-Dražovce) na rendzine kultizemnej (stredne ťažká: $<0,01$ mm = 27,89%) so slabo alkalickou pôdnou reakciou a so stredným obsahom humusu. Územie patrí do agroklimatickej oblasti veľmi teplej s priemernou ročnou teplotou vzduchu $\geq 10^{\circ}\text{C}$ a priemerným ročným úhrnom zrážok 550 mm. V roku 2006 tu bol založený pokus s rozdielnymi spôsobmi hospodárenia vo vinohrade. Pôdne vzorky pre stanovenie parametrov pôdnej štruktúry a organickej hmoty pôdy boli každoročne odberané z hĺbky 0,25 m z nasledovných variantov: 1). TTP – zatravněný medzirád, nehnojený – kontrola, 2). O – na jeseň každoročne oraný medzirád viniča + počas jeho vegetácie intenzívne kultivovaný, 3). O+MH – zapracovanie maštalného hnoja: maštalný hnoj v dávke $40 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ zapracovaný v medziradoch viniča pri jesennom spracovaní pôdy, prvá aplikácia uskutočnená v roku 2005, druhá v roku 2009 a tretia v roku 2012, 4). TTP+NPK3 – zatravněný rad a medzirád viniča, aplikované živiny, ktoré sa približovali odporúčaným dávkam na 3. intenzitu hnojenia viniča (Fecenko a Ložek, 2000), 5). TTP+NPK1 – zatravněný rad

a medzirad viniča, aplikované živiny, ktoré sa približovali odporúčaným dávkam na 1. intenzitu hnojenia viniča (Fecenko a Ložek, 2000). Stanovené boli nasledovné parametre: obsah celkového organického uhlíka (Dziadowiec a Gonet, 1999), obsah labilného uhlíka (Loginow et al., 1987), obsah uhlíka rozpustného v horúcej vode (Körschner et al., 1990), skupinové zloženie humusových látok podľa Kononovej a Belčíkovej (Dziadowiec a Gonet, 1999), obsah vodoodolných agregátov, index stability vodoodolných makro agregátov (Zaujec a Šimanský, 2006) a percento makro agregátov deštrukcie (Zhang and Horn, 2001).

VÝSLEDKY A DISKUSIA

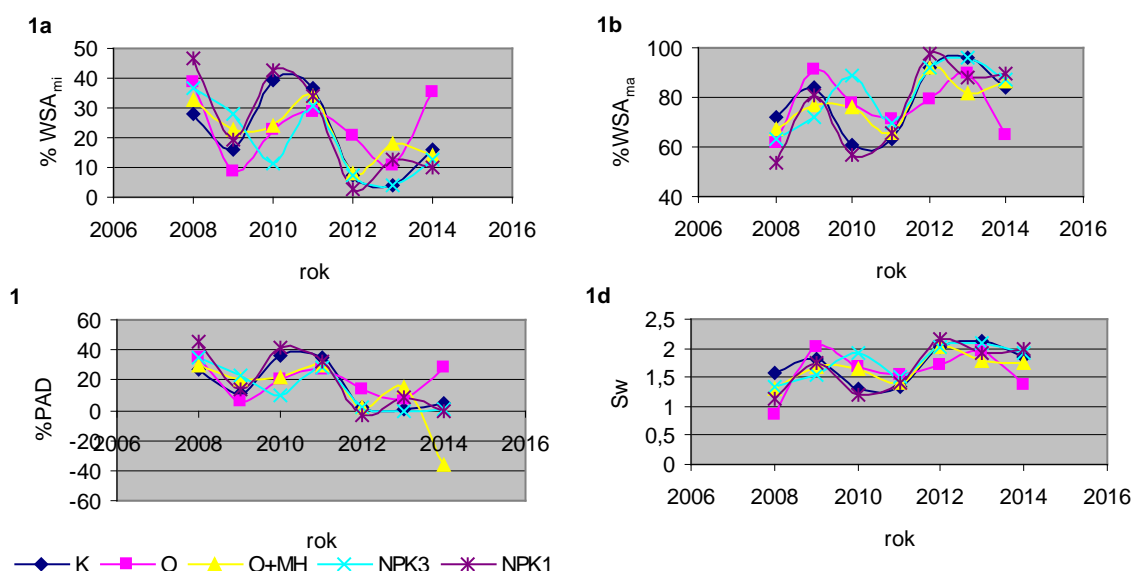
Hodnotené parametre pôdnej štruktúry (ich priemerné hodnoty) sú uvedené v tabuľke 1. Spôsob hospodárenia vo vinohrade celkovo ovplyvnil obsah vodoodolných agregátov (WSA). Intenzívna kultivácia medziradov viniča zvýšila obsah vodoodolných mikro agregátov (WSA_{mi}) priemerne o 13%, na druhej strane obsah vodoodolných makro agregátov (WSA_{ma}) poklesol štatisticky nevýznamne a to priemerne iba o 4 % v porovnaní s kontrolným variantom. Taktiež aj ostatné hodnotené parametre pôdnej štruktúry poukázali na negatívny efekt intenzívnej kultivácie medziradov viniča. Percentuálna makro agregátová deštrukcia (PAD) bola priemerne o 18% intenzívnejšia a aj samotná stabilita vodoodolných makro agregátov (Sw) bola o 8% nižšia v dôsledku kultivácie medziradov v porovnaní s kontrolou. Tieto zistenia sú v zhode z množstvom publikovaných údajov (Liebhard et al, 1995; Dimitrov a Mitova, 1997) poukazujúcich na negatívny vplyv intenzívneho obrábania pôdy na poškodzovanie štruktúrneho stavu pôd. Celkovo aplikácia maštalného hnoja sa prejavila miernym zvýšením WSA_{mi} (o 5%), na druhej strane miernym znížením WSA_{ma} (o 2%), Sw (o 4%) a štatisticky významným znížením hodnôt PAD (o 29%). Čiastočne to môže súvisieť aj s tým, že maštalný hnoj bol do pôdy zapravený orbou. Pri orbe sa pôdne prostredie okysličuje a zrýchľujú sa mineralizačné procesy (Grandy et al., 2002), čo má za následok aj dočasné zhoršenie stability pôdnych agregátov. Aplikácia maštalného hnoja sa vo všeobecnosti z dlhodobého hľadiska významne podpisuje na zlepšovaní pôdnej štruktúry a to prostredníctvom zväčšovania priemernej veľkosti pôdnych agregátov (García-Orenes et al., 2005; Hao a Chang, 2002). Avšak, jeho krátkodobý efekt môže byť negatívny a to najmä v období po jeho aplikácii - negatívny vplyv labilných zložiek organickej hmoty na stabilitu agregátov (Shen et al., 2001). Aplikované NPK hnojivá môžu mať významný efekt na nárast agregovateľnosti (Šimanský a Tobiašová, 2008). Vyšší obsah živín mal negatívny vplyv na parametre pôdnej štruktúry, na druhej strane aplikované množstvo živín približujúce sa 1. intenzite hnojenia viniča pôsobilo pozitívne. Obsah WSA_{mi} sa znížil o 10%, pričom obsah WSA_{ma} mierne vzrástol (o 3%) vo variante TTP+NPK1 v porovnaní s kontrolou. Taktiež hodnoty PAD a Sw v tomto variante boli priaznivejšie v porovnaní s kontrolou, ale i TTP+NPK3.

Tabuľka 1. Priemerné hodnoty parametrov pôdnej štruktúry v jednotlivých systémoch hospodárenia vo vinohrade za obdobie 2008-2015

Variant	WSA_{mi}	WSA_{ma}	PAD	Sw
TTP	20,99	79,01	16,66	1,72
O	23,63	76,37	19,72	1,59
O+MH	21,95	78,04	11,85	1,66
TTP+NPK3	24,03	75,95	19,36	1,65
TTP+NPK1	18,81	81,19	14,23	1,77

*Varianty sú vysvetlené v časti materiál a metodika, WSA_{mi} – obsah vodoodolných mikro agregátov, WSA_{ma} – obsah vodoodolných makro agregátov, PAD – percento makro agregátovej deštrukcie, Sw – index stability vodoodolných makro agregátov.

Dynamika zmien jednotlivých hodnotených parametrov pôdnej štruktúry počas sledovaného obdobia 8 rokov bola značná (obr. 1a-d), keďže pôdna štruktúra je prostredníctvom klimatických faktorov cez striedanie cyklov zvlhčovania a vysušovania pôdy, ale i zamrzania a rozmrzania pôdy významne ovplyvňovaná (Li a Fan, 2014). Najzásadnejšie sa hodnoty WSA (tj. WSA_{mi} a WSA_{ma}) menili vo variante TTP+NPK3 > TTP+NPK1 > O+MH > TTP > O. Hodnoty WSA_{mi} v roku 2012 sa vo variantoch s hnojením výrazne znížili a naopak hodnoty WSA_{ma} výrazne vzrástli v porovnaní s rokom 2008. Štatisticky významné zmeny v hodnotách PAD za obdobie rokov 2008-2015 boli pozorované v dôsledku hnojenia, pričom najvýraznejšie boli zaznamenané po aplikácii maštalného hnoja, ale aj minerálnych hnojív v 3. a 1. intenzite hnojenia vinohradov. Hodnoty Sw sa štatisticky významne menili iba vo variantoch s minerálnym hnojením tj. TTP+NPK3 > TTP+NPK1.



Obr. 1 Dynamika zmien parametrov stability pôdnej štruktúry **a)** obsah vodoodolných mikro agregátov, **b)** obsah vodoodolných makro agregátov, **c)** percento makro agregátovej deštrukcie a **d)** index stability vodoodolných makro agregátov v závislosti od spôsobu hospodárenia vo vinohrade

*Varianty sú vysvetlené v časti materiál a metodika,

Tabuľka 2. Korelačné koeficienty medzi parametrami pôdnej štruktúry a organickej hmoty pôdy

	WSA _{mi}	WSA _{ma}	PAD	Sw
C _{org}	-0,121	0,121	-0,115	0,164
C _L	-0,053	0,053	-0,040	0,103
C _{HWD}	-0,327	0,327	-0,189	0,408*
HK/FK	-0,417	0,417	-0,320	0,460*
Q ^{4/6} _{HL}	0,371*	-0,371*	0,326	-0,317
Q ^{4/6} _{HK}	0,218	-0,218	0,183	-0,166

C_{org} – obsah organického uhlíka, C_L – obsah labilného uhlíka, C_{HWD} – obsah uhlíka rozpustného v horúcej vode, HK/FK – pomer humínových kyselín k fulvo kyselinám, Q^{4/6}_{HL} – farebný kvocient humusových látok, Q^{4/6}_{HK} – farebný kvocient humínových kyselín, WSA_{mi} – obsah vodoodolných mikro agregátov, WSA_{ma} – obsah vodoodolných makro agregátov, PAD – percento makro agregátov deštrukcie, Sw – index stability vodoodolných makro agregátov.

Na nárast veľkosti agregátov môže mať vplyv množstvo vonkajších, ale i pedogenetických faktorov (Li a Fan, 2014; Rabbi et al., 2015), pričom najzásadnejší má organická hmota (Chaplot a Cooper, 2015), čo bolo čiastočne potvrdené (Tabuľka 2). Obsah celkového, ale i labilného uhlíka nekoreloval s parametrami pôdnej štruktúry. K podobným zisteniam dospeli i Igwe et al. (1999) a Lado et al. (2004), ktorí vo svojich prácach nezistili štatisticky významné vzťahy medzi množstvom organickej hmoty a stabilitou pôdnej štruktúry. Odôvodniť sa to dá tým, že organický uhlík v pôde je rastlinného, živočíšneho a mikrobiálneho pôvodu, môže byť v rôznych fázach rozkladu a tiež spojený s minerálnou frakciou v rôznom stupni intenzity, čo do značnej miery vplýva na štruktúru pôdy. Štatisticky významné korelácie boli zaznamenané medzi uhlíkom rozpustným v horúcej vode a stabilitou agregátov. Taktiež pozitívna korelácia bola pozorovaná medzi kvalitou organickej hmoty a stabilitou vodoodolných makro agregátov, ale i obsahom WSA a stabilitou humusových látok. Čím boli humusové látky v pôde stabilnejšie bol zaznamenaný menší počet vodoodolných mikro agregátov a naopak vyšší počet vodoodolných makro agregátov.

ZÁVER

Získané výsledky potvrdzujú skutočnosť, že intenzívna kultivácia pôdy má negatívny vplyv na štruktúrny stav pôdy. Efekt hnojenia na pôdnu štruktúru bol odlišný. Aplikácia maštalného hnoja sa pozitívne prejavila na celkovom znížení deštrukcie väčších agregátov. Vyššie dávky (3. intenzita hnojenia vinohradov) hnojív aplikované do pôdy môžu pôsobiť negatívne, pretože zvyšujú rozpad vodoodolných makro agregátov a znižujú samotnú stabilitu pôdnych agregátov, čiže ich aplikácia sa

javi ako neopodstatnená. Naopak, nižšie dávky minerálnych hnojív pozitívne pôsobili na parametre štruktúrneho stavu pôdy.

LITERATÚRA

- DZIADOWIEC, H – GONET, S.S.: Przewodnik metodyczny do badań materii organicznej gleb. Prace komisji naukowych Polskiego towarzystwa gleboznaczego. Warszawa, 1999, s.65.
- DIMITROV, I. – MITOVA, O.: Comparative assessment of soil tillage systems in crop rotation on leached cinnamon forest soil. In: Agrochemistry and Ecology, 1997, 5, s. 11–14.
- FECENKO, J – LOŽEK, O.: Výživa a hnojenie poľných plodín. Nitra : SPU, 2000. 452 s. ISBN 80-7137-777-5.
- GARCÍA-ORENES, F. – GUERRERO, C. – MATAIX-SOLERA, J. – NAVARRO-PEDRENÕ, J. – GÓMEZ, I. – MATAIX-BENEYTO, J.: Factors controlling the aggregate stability and bulk density in two different degraded soils amended with biosolids. In: Soil Till. Res., 2005, 82, s. 65–76.
- GRANDY, A. S. – PORTER, G. A. – ERICH, M. S.: Organic amendment and rotation crop effects on the recovery of soil organic matter and aggregation in potato cropping systems. In: Soil Sci. Soc. Am. J., 2002, 66, s. 1311–1319.
- HAO, X. – CHANG, C.: Effect of 25 annual cattle manure applications on soluble and exchangeable cations in soil. In: Soil Sci., 2002, 167, s. 126–134.
- CHAPLOT, V. – COOPER, M.: Soil aggregate stability to predict organic carbon outputs from soils. In: Geoderma, 2015, 243–244, s. 205–213.
- IGWE, C.A. – AKAMIGBO, F.R. – MBAGWU, J.S.C.: Chemical and mineralogical properties of soils in southeastern Nigeria in relation to aggregate stability. In: Geoderma, 1999, 92, s. 111–123.
- JUNG, I.: Slovenské vinohradníctvo a vinárstvo po vstupe do EÚ. In Pôdohospodársky poradenský systém [online]. 2005. [cit. 2005-04-15]. Dostupné na internete: <<http://www.agroporadenstvo.sk/potraviny/clanky/vinohrad.htm?start>>.
- LADO, M. – PAZ, A. – BEN-HUR, M.: Organic matter and aggregate size interactions in saturated hydraulic conductivity. In: Soil Sci. Soc. Am. J., 2004, 68, s. 234–242.
- LI, G.Y. – FAN, H.M.: Effect of Freeze-Thaw on Water Stability of Aggregates in a Black Soil of Northeast China. In: Pedosphere, 2014, 24, s. 285–290.
- LIEBHARD, P. – EITZINGER, J. – KLAGHOFER, E.: Einflu Der Primarbodenbearbeitung auf Aggregatstabilitat und Eindringwiderstand im oberosterreichischen Zentralraum. In: Bodenkultur, 1995, 1, s. 1–18.
- LOGINOW, W – WISNIEWSKI, W – GONET, S.S – CIESCINSKA, B.: Fractionation of organic carbon based on susceptibility to oxidation. In: Pol. J. Soil Sci., 20, 1987, pp. 47–52.
- KÖRSCHNER, M. – SCHULZ, E. – BEHM, R. 1990. Heisswasserlöslicher C und N im Boden als Kriterium für das N-Nachlieferungsvermögen. In: Mikrobiologie, 1990, 145, pp. 305–311.
- RABBI, S.M.F. – WILSON, B.R. – LOCKWOOD, P.V. – DANIEL, H. – YOUNG, I.M.: Aggregate hierarchy and carbon mineralization in two Oxisols of New South Wales, Australia. In: Soil Till Res., 2015, 146, s. 193–203.
- SHEN, H. – XU, Z.H. – YAN, X. L.: Effect of fertilization on oxidizable carbon, microbial biomass carbon and mineralizable carbon under different agroecosystems. In: Commun. Soil Sci. Plant Anal., 2001, 32, s. 1575–1588.
- ŠIMANSKÝ, V. – TOBIAŠOVÁ, E.: 2008. Distribúcia uhlíka vo vodoodolných agregátoch v závislosti od spôsobov obrábania a hnojenia pôdy. In: Ochrana a manažment poľnohospodárskej krajiny. Zborník príspevkov z vedeckej konferencie. Bratislava : Ústav krajinskej ekológie SAV, 2008, s. 96–102.
- ŠÚSR. 2014. Statistical Office of the Slovak Republic. www.statistics.sk
- ZAUJEC, A – ŠIMANSKÝ, V.: Vplyv biostimulátorov rozkladu rastlinných zvyškov na pôdnu štruktúru a organickú hmotu pôdy. Vedecká monografia. Nitra : SPU, 2006. 112 s. ISBN 80-8069-779-5.
- ZHANG, B – HORN, H.: Mechanisms of aggregate stabilization in Ultisols from subtropical China. In: Geoderma, 99, 2001, 123–145.

Adresa autorov:

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

doc. Ing. Juraj Chlpík, PhD.; SPU, Tr. A Hlinku 2, 949 76 Nitra; juraj.chlpik@uniag.sk

doc. Ing. Nora Polláková, PhD.; SPU, Tr. A Hlinku 2, 949 76 Nitra; nora.pollakova@uniag.sk

ANALÝZA ŠTRUKTÚRY OSEVU A DÁVOK ORGANICKÉHO HNOJENIA V REGIÓNE ONDAVSKÁ VRCHOVINA VO VZŤAHU K PÔDNEMU ORGANICKÉMU UHLÍKU

Analysis of crop share and manure application rates in region Ondavská vrchovina in relation to soil organic carbon

ZUZANA TARASOVIČOVÁ¹ – GABRIELA BARANČÍKOVÁ¹ – JÁN HALAS¹ – RASTISLAV SKALSKÝ¹ – ŠTEFAN KOCO^{1,2}

¹Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum, Výskumný ústav pôdozvedectva a ochrany pôdy, Gagarinova 10, 827 13 Bratislava –²Prešovská univerzita, Fakulta humanitných a prírodných vied, Katedra geografie a aplikovanej geoinformatiky, 17. novembra 1, 081 16 Prešov

The correct selection of crops, their shares in the crop rotation have the most significant impact on the development of soil organic carbon (SOC) stocks. An optimal crop rotation is the one which is balanced and which combines organic carbon rich crops (eg. perennial forage), the crops being a poor source of SOC (eg. potato) and appropriate application of organic fertilizers such as manure. From the analysis of crop shares in the Ondavská vrchovina region we have found that cereals (winter wheat in particular) have significant share. We have also observed some continuous shifts in shares of winter rape since 1995 replacing potato in the area. During the monitoring period we have observed very low quantities of manure used in Ondavská vrchovina which could have negative impact on SOC balance in the region.

Key words: crop share, manure, Region Ondavská vrchovina, soil organic carbon balance

ÚVOD

Pôdny organický uhlík (POC) je dôležitým komponentom globálneho cyklu uhlíka a aj malé zmeny jeho zásob v pôde môžu vplývať na koncentráciu skleníkových plynov v atmosfére. Z uvedeného dôvodu je potrebné venovať problematike POC zvýšenú pozornosť v environmentálnom výskume (HOUGHTON 1991, IZAURRALDE ET AL., 2001, WATSON ET AL., 2000). Intenzívny spôsob využívania poľnohospodárskej pôdy zhrňuje funkcie pôdy a tiež negatívne ovplyvňuje celkové zásoby POC. KOVÁČ A KOL. (2010) považujú za kľúčový parameter udržateľného hospodárenia na pôde multifunkčný oševný postup (správny výber plodín, ich podiel a striedanie). To znamená, vyvážené striedanie takých plodín, ktoré sú zdrojmi uhlíka (viacročné krmoviny) a plodín, ktoré sú jeho spotrebiteľmi (napr. repa cukrová, ľuľok zemiakový - zemiaky, kukurica siata na zrno). V prípade plodín, ktoré sú spotrebiteľmi uhlíka je dôležitá aplikácia organických hnojív (napr. maštalný hnoj, hnojovica a i.) alebo zeleného hnojenia pri ich zaradení do oševného postupu. Stabilizujúcim prvkom množstva POC sú v oševnom postupe neutrálne plodiny (obilniny, strukoviny). Podľa BIELEKA A JURČOVEJ (2010) sa vstupy organických látok do pôdy z rastlinných zvyškov za kalendárny rok pohybujú v rozpätí od 0,76 do 11,61 t.ha⁻¹ v závislosti od druhu plodiny a od množstva zaoranej úrody vedľajšieho produktu (slama, kukuričné kôrovie, stonky a iné). Práce z územia Slovenska (napr. BARANČÍKOVÁ A KOL., 2013) potvrdzujú skutočnosť, že vstupy organického uhlíka z rastlinných zvyškov môžu vo významnej miere zvyšovať zásoby POC v pôde. BARANČÍKOVÁ A KOL., (2014) naznačuje nárast zásob POC v regióne Ondavská vrchovina, ktorý predstavuje z hľadiska POC veľmi citlivú oblasť s nízkymi zásobami POC v pôde. Cieľom našej štúdie je detailne analyzovať štruktúru plodín v oševných postupoch ako aj dávok organického hnojenia v tomto regióne vo vzťahu k POC za obdobie rokov 1970-2015.

MATERIÁL A METÓDY

V našej štúdiu sa venujeme regiónu Ondavská vrchovina (Džatko, 2002), ktorý sa nachádza v severovýchodnej časti Slovenska a z pohľadu hospodárenia s POC predstavuje špecifické podmienky. Základný priestorový rámec pre analýzu štruktúry oševu a dávok organického hnojenia bol použitý grid s priestorovým rozlíšením 1x1 km. Použili sme štatistické údaje o zberových plochách a úrodách pre viac ako 40 plodín na úrovni krajov, výrobných oblastí (1970-1999) alebo okresov (2004-2008), štatistické údaje o produkcii maštalného hnoja (1992-1995) a údaje o stavoch hospodárskych zvierat

k 31.12. na úrovni okresov za obdobie 1992 až 2009. Ďalším zdrojom boli údaje LPIS za roky 2005-2009 (Land Parcel Identification System) a veterinárny GIS za roky 2008-2009. Na podklade týchto údajov sme vytvorili priestorové modely využívania krajinnej pokrývky a organického hnojenia. Zastúpenie pestovaných plodín a ich úrody sme interpretovali samostatne pre obdobie rokov 1970-1999 a roky 2000-2015.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Analyza štruktúry osevu v regióne Ondavská vrchovina vo vzťahu k pôdnemu organickému uhlíku

Región Ondavská vrchovina patrí prevažne do zemiakárskej výrobnjej oblasti, kde v r. 1970-1994 v štruktúre osevu prevládali obilniny, ktoré tvorili viac ako 50 % (pšenica letná f. ozimná – 35,4 %, jačmeň siaty jarný – 30,5 %), Tabuľka 1. V ostatných výrobných oblastiach regiónu (kukuričná, repná, horská) prevládajú v štruktúre osevu tiež obilniny. Pšenica letná f. ozimná v prípade ak je zapracovaná s koreňovými a pozberovými zvyškami predstavuje bohatý zdroj organického C pre pôdu (BIELEK A JURČOVÁ, 2010). SOTÁKOVÁ, 1982, KOVÁČ A KOL., 2002 uvádzajú, že vo vzťahu k POC sa obilniny považujú za stabilizujúce zložky v štruktúre osevu. V zemiakárskej a horskej výrobnjej oblasti sú v rámci štruktúry osevu zastúpené zemiaky (Tabuľka 1), ktorých podiel v oboch oblastiach je viac ako 20 %. V rokoch 1995-1999 bol región Ondavská vrchovina rozdelený na 15 oblastí (Tabuľka 2). V rámci jednotlivých okresov zemiakárskej výrobnjej oblasti je zastúpenie obilnín od 30,7 (Medzilaborce) do 100 (%) (Svidník). Podstatný podiel v štruktúre osevu (cca 30 %) má kukurica siata na siláž, ktorá nepredstavuje významný zdroj C pre pôdu (BIELEK A JURČOVÁ, 2010). V repnej výrobnjej oblasti regiónu má významný podiel repka olejná, ktorá má vo všetkých okresoch (Humenné, Vranov nad Topľou, Michalovce) zastúpenie viac ako 30 %. V horskej oblasti regiónu sa vyskytujú v štruktúre osevu dvoch okresov (Medzilaborce, Stará Ľubovňa) zemiaky, ktoré považujeme za slabý zdroj organického uhlíka (menej ako 1 t.ha⁻¹) resp. spotrebiľov, ku ktorým ako už bolo uvádzané je potrebné zaradiť v rámci agrotechnických opatrení organické hnojenie (KOVÁČ A KOL. 2002, BIELEK A JURČOVÁ, 2010).

Tabuľka 1. Štruktúra osevu pre obdobie r. 1970-1994 (najvýznamnejšie plodiny)

Východ_KVO		Východ_RVO		Východ_ZVO		Východ_HVO	
Plodina	Podiel (%)	Plodina	Podiel (%)	Plodina	Podiel (%)	Plodina	Podiel (%)
Pšenica ozimná	50,3	Pšenica ozimná	44,1	Pšenica ozimná	35,4	Jačmeň jarný	38,6
Jačmeň jarný	23,8	Jačmeň jarný	27,5	Jačmeň jarný	30,5	Pšenica ozimná	27,0
Lucerna	15,3	Kukurica na siláž	17,8	Zemiaky	21,0	Zemiaky	20,8
Kukurica na siláž	10,5	Lucerna	10,6	Kukurica siláž	13,1	Ovos	13,7

Vysvetlivky: Východ_KVO – Východoslovenský kraj, kukuričná výrobná oblasť, Východ_RVO – Východoslovenský kraj, repná výrobná oblasť, Východ_ZVO – Východoslovenský kraj, zemiakárska výrobná oblasť, Východ_HVO – Východoslovenský kraj, horská výrobná oblasť

Tabuľka 2. Štruktúra osevu pre obdobie r. 1995-1999

Východ_KVO_VT		Východ_RVO_HE		Východ_RVO_VT		Východ_RVO_MI	
Plodina	Podiel (%)	Plodina	Podiel (%)	Plodina	Podiel (%)	Plodina	Podiel (%)
Pšenica ozimná	78,2	Repka ozimná	34,4	Repka ozimná	35,4	Pšenica ozimná	39,5
Jačmeň jarný	21,8	Pšenica ozimná	32,5	Pšenica ozimná	31,5	Repka olejná	36,0
		Kukurica na siláž	24,3	Kukurica na siláž	21,7	Jačmeň jarný	24,5
		Jačmeň jarný	8,8	Jačmeň jarný	11,4		
Východ_ZVO_BJ		Východ_ZVO_HE		Východ_ZVO_ML		Východ_ZVO_PO	
Plodina	Podiel	Plodina	Podiel	Plodina	Podiel	Plodina	Podiel

Východ_KVO_VT		Východ_RVO_HE		Východ_RVO_VT		Východ_RVO_MI	
Plodina	Podiel (%)	Plodina	Podiel (%)	Plodina	Podiel (%)	Plodina	Podiel (%)
	(%)		(%)		(%)		(%)
Kukurica na siláž	34,9	Pšenica ozimná	48,5	Kukurica na siláž	55,9	Pšenica ozimná	47,9
Pšenica ozimná	30,4	Kukurica na siláž	33,3	Pšenica ozimná	30,7	Jačmeň jarný	28,1
Repka olejná	22,1	Jačmeň jarný	18,2	Zemiaky	13,4	Kukurica na siláž	24
Jačmeň siaty jarný	12,6						
Východ_ZVO_SB		Východ_ZVO_SP		Východ_ZVO_SK		Východ_ZVO_VT	
Plodina	Podiel (%)	Plodina	Podiel (%)	Plodina	Podiel (%)	Plodina	Podiel (%)
Pšenica ozimná	31,6	Pšenica ozimná	36,4	Pšenica ozimná	67,1	Pšenica ozimná	46,9
Kukurica na siláž	28,2	Ovos siaty	25,6	Jačmeň jarný	32,9	Kukurica na siláž	29,5
Jačmeň jarný	23,7	Kukurica na siláž	23,8			Jačmeň jarný	23,6
Repka olejná	16,5	Jačmeň jarný	14,2				
Východ_HVO_BJ		Východ_HVO_ML		Východ_HVO_SL			
Plodina	Podiel (%)	Plodina	Podiel (%)	Plodina	Podiel (%)		
Pšenica ozimná	59,3	Ovos siaty	55,4	Jačmeň jarný	38,8		
Jačmeň jarný	40,8	Pšenica ozimná	28,5	Pšenica ozimná	28,8		
		Zemiaky	16,1	Zemiaky	21,6		
				Ovos siaty	10,8		

Vysvetlivky: Východ_KVO – Východoslovenský kraj, kukuričná výrobná oblasť, Východ_RVO – Východoslovenský kraj, repná výrobná oblasť, Východ_ZVO – Východoslovenský kraj, zemiakárska výrobná oblasť, Východ_HVO – Východoslovenský kraj, horská výrobná oblasť, VT – Vranov nad Topľou, HE – Humenné, MI – Michalovce, BJ – Bardejov, ML – Medzilaborce, PO – Prešov, SB – Sabinov, SP – Stropkov, SK – Svidník, SL – Stará Ľubovňa

V období rokov 2000-2015 bol región na základe analýzy štruktúry osevu rozdelený na oblasť s významným podielom obilnín, oblasť s významným podielom viacročných krmovín, oblasť s významným podielom tráv na ornej pôde, oblasť s významným podielom jednoročných krmovín a zmiešaná oblasť. V regióne má podstatné zastúpenie oblasť s významným podielom obilnín, ktorá má v štruktúre osevu zastúpené tiež jednoročné krmoviny (najmä kukuricu siatu na siláž),(Tabuľka 3). Z olejní sa v štruktúre osevu vyskytovala repka olejná, ktorá predstavuje bohatý zdroj organického uhlíka pre pôdu v prípade ak je zapracovaná s koreňovými a pozberovými zvyškami. Na približnej rovnakej úrovni (okolo 7 %) sú v štruktúre osevu tejto oblasti zastúpené viacročné krmoviny a travy na ornej pôde, ktoré sú tiež bohatým zdrojom organického uhlíka pre pôdu (ročne viac ako 3 t.ha⁻¹ z koreňových a pozberových zvyškov) (BIELEK A JURČOVÁ, 2010).

Tabuľka 3. Štruktúra osevu pre obdobie r. 2000-2015

Oblasť s významným podielom obilnín		Oblasť s významným podielom VRK		Oblasť s významným podielom tráv na OP	
Skupina plodín	Podiel (%)	Skupina plodín	Podiel (%)	Skupina plodín	Podiel (%)
Obilniny	62,98	Viacročné krmoviny	79,53	Travy na ornej pôde	81,01
Jednoročné krmoviny	12,93	Obilniny	9,59	Obilniny	11,63
Olejny	9,68	Travy na ornej pôde	8,53	Viacročné krmoviny	5,28
Viacročné krmoviny	7,32	Jednoročné krmoviny	2,35	Jednoročné krmoviny	2,08
Travy na ornej pôde	7,09				

Oblasť s významným podielom JRK		Zmiešaná oblasť			
Skupina plodín	Podiel (%)	Skupina plodín	Podiel (%)		
Jednoročné krmoviny	34,35	Obilniny	42,32		
Obilniny	35,15	Olejníny	15,94		
Viacročné krmoviny	10,39	Trávy na ornej pôde	14,47		
Olejníny	10,21	Viacročné krmoviny	11,05		
Trávy na ornej pôde	9,90	Okopaniny	6,13		
		Kukurica siata na zrno	5,9		
		Jednoročné krmoviny	4,19		

Analyza dávok organického hnojenia v regióne Ondavská vrchovina vo vzťahu k pôdnemu organickému uhlíku

V rokoch 1970-1994 bola na prevažnej časti regiónu Ondavská vrchovina dávka maštalného hnoja (MH) v rozpätí od 15,00 do 25,00 t.ha⁻¹. Vstupy C z MH sa v regióne počas r. 1970 až 1994 pohybovali od 2,55 t.ha⁻¹ do 9,35 t.ha⁻¹. Dávky MH v r. 1995-1999 sú výrazne nižšie v porovnaní s predošlým obdobím. Množstvo vstupov C z OH sa za toto časové obdobie pohybuje od 1,52 do 5,95 t.ha⁻¹. Zníženie dávok MH a rovnako aj vstupov C z OH v r. 1995-1999 súvisí najmä so znížením stavom hospodárskych zvierat, a to predovšetkým hovädzieho dobytku (BIELEK, 2014).

Pre roky 2000-2015 bol región Ondavskej vrchoviny rozdelený na základe produkcie dominantného druhu organického hnojiva na oblasť s produkciou MH od hovädzieho dobytku, oblasť s produkciou hnojovice od ošípaných a oblasť s produkciou MH oviec a kôz. Dávky MH od hovädzieho dobytku a oviec a kôz boli v regióne na veľmi nízkej úrovni, do 10,00 t.ha⁻¹ a rovnako aj dávky hnojovice od ošípaných.

ZÁVER

- V priebehu celého pozorovaného obdobia boli v štruktúre osevu Ondavskej vrchoviny významne zastúpené obiliny najmä pšenica letná f. ozimná.
- Od roku 1995 sa v štruktúre osevu regiónu Ondavská vrchovina vyskytuje aj repka olejná, zo štruktúry osevu ustupujú zemiaky.
- Dávky maštalného hnoja v priebehu rokov 1970-2015 klesali, čo súvisí s postupným znižovaním stavov hospodárskych zvierat.
- Na základe výsledkov prác Barančíková a kol. (2013) Barančíková a kol. (2014) konštatujeme, že správny výber plodín v štruktúre osevu a aplikácia organického hnojenia je spôsob stabilizácie resp. zvyšovania zásoby POC.

Podakovanie:

Táto práca bola podporená Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. APVV-14-0087.

LITERATÚRA

- BARANČIKOVÁ, G., MAKOVNÍKOVÁ, J., SKALSKÝ, R., TARASOVIČOVÁ, Z., NOVÁKOVÁ, M., HALAS, J., KOCO, Š., GUTTEKOVÁ, M., 2013. Changes in organic carbon pool in agricultural soils and its different development in individual agro-climatic regions of Slovakia. Agriculture, vol. 59, no.1, p. 1-9.
- BARANČIKOVÁ, G. - SKALSKÝ, R. - MAKOVNÍKOVÁ, J. - TARASOVIČOVÁ, Z. - KOCO, Š. - HALAS, J. - GUTTEKOVÁ, M. - KOLEDA, P. 2014. Vývoj zásob POC na poľnohospodárskych pôdach regiónu Ondavská vrchovina. In (Kotorová, D., Kováč, L., Šoltýsová, B., eds.): Faktory ovplyvňujúce využívanie pôdy a krajiny v znevýhodnených oblastiach. Zborník referátov z vedeckej konferencie s medzinárodnou účasťou. 14. – 15. Máj, 2014, Zemplínska Širava. Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav agroekológie Michalovce, str. 11-16, ISBN 978-80-971644-0-9.
- BIELEK, P. - JURČOVÁ, O. 2010. Metodika bilancie pôdnej organickej hmoty a stanovenie potreby organického hnojenia poľnohospodárskych pôd. Bratislava : VÚPOP, 2010. 145 s. ISBN 978-80-89128-80-8.

- BIELEK, P. 2014. Kompendium praktického pôdoznanectva. SPU Nitra, 244 s., ISBN 978-80-552-1155-8.
- DŽATKO, M., 2002: Hodnotenie produkčného potenciálu poľnohospodárskych pôd a pôdnoekologických regiónov Slovenska. Bratislava : Výskumný ústav pôdoznanectva a ochrany pôdy, 87 s.
- HOUGHTON, R. A. 1991. *Tropical deforestations and atmospheric carbon dioxide*. In Climate Change, vol. 19, 1991, no. 1-2, p. 99-118. ISSN 0165-0009.
- IZAURRALDE, R. C. – WILLIAMS, J. R. – MCGILL, W. B. – ROSENBERG, N. J. 2001. *Simulating soil carbon dynamics, erosion, and tillage with EPIC* [online]. The first National Conference on carbon Sequestration Proceedings. Washington D. C.: U. S. Department of Energy – National Energy Tehcnology Laboratory, 2001, p. 1-12.
- KOVÁČ, K. - ČERNUŠKO, K. - LÍŠKA, E. - POSPÍŠIL, R. - MACÁK, M. - SMATANA, J. - TÝR, Š. 2002. *Všeobecná rastlinná výroba*. 1. vyd. Nitra : SPU, 2002. 335 s. ISBN 80-8069-136-3.
- KOVÁČ, K. - NOZDROVICKÝ, L. - MACÁK, M. - ANTAL, J. - LEHOCKÁ, Z. - HORÁK, J. - ŠPÁNIK, F. - VILČEK, J. - ŽÁK, Š. 2010. *Minimalizačné a pôdoochranné technológie*. 1. vyd. Nitra : Agroinštitút, 2010, 142 s. ISBN 978-80-7139-139-5.
- SOTÁKOVÁ, S. 1982. *Pôdna organická hmota a úrodnosť pôdy*. Bratislava : Príroda, 1982, 234 s.
- WATSON, R. T. - NOBLE, I. R. - BOLIN, B. - RAVINDRANATH, N. H. - VERARDO, D. J. - DOKKEN, D. J. [EDS.] 2000. *Land use, land-use change and forestry*. A special report of IPCC. Cambridge : Cambridge University press, 2000. 377 p.

Adresa autorov: Ing. Zuzana Tarasovičová, PhD., Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum, Výskumný ústav pôdoznanectva a ochrany pôdy, Gagarinova 10, 827 13 Bratislava, e-mail: z.tarasovicova@vupop.sk

RNDr. Gabriela Barančíková, CSc., Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum, Výskumný ústav pôdoznanectva a ochrany pôdy, Regionálne pracovisko Prešov, Raymanova 1, 080 01 Prešov, e-mail: g.baranickova@vupop.sk

Ing. Ján Halas, PhD., Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum, Výskumný ústav pôdoznanectva a ochrany pôdy, Regionálne pracovisko Prešov, Raymanova 1, 080 01 Prešov, e-mail: j.halas@vupop.sk

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

RNDr. Štefan Koco, PhD., Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum, Výskumný ústav pôdoznanectva a ochrany pôdy, Regionálne pracovisko Prešov, Raymanova 1, 080 01 Prešov, e-mail: s.koco@vupop.sk

OBNOVA TRÁVNEHO PORASTU V RÁMCI AGROEKOSYSTÉMOVÝCH SLUŽIEB

Grassland restoration in a framework of agroecosystem services

JOZEF ČUNDERLÍK

Národné poľnohospodárske a potrvinárske centrum – Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva

Over 2007-2009, a research was performed on semi-natural grassland at Banská Bystrica site (altitude 480 m). The research aim was to study the impact of sowing date on the production, quality and botanical composition of semi-natural grassland renovated for agroecosystem services under diverse soil-ecological and agro-climatic conditions. A drilling machine was used for reseeding monocultures of grasses and clovers directly into the sward. Significantly higher yields were recorded at the treatments with clovers drilling than at those with grasses (5.38 – 5.69 t ha⁻¹). The direct-drilled species established well in swards. The drilling of clovers increased the crude protein content in dry matter of grassland (171.4 g kg⁻¹) in comparison to grasses (160.7 g kg⁻¹) and the control (/153.8 g kg⁻¹).

Keywords: *semi-natural grassland, production, botanical composition, varieties*

ÚVOD

Úplná obnova trávnych porastov (TP) znamená odstránenie pôvodného porastu a založenie porastu nového. Nové porasty sa môžu založiť bezprostredne po zničení pôvodných porastov (rýchloobnova) alebo po určitom období, keď sa pozemok zaradí do krmovinárskeho oševného postupu (Jančovič 1994). Technológia bezorbových prísevov je vhodná aj pre obnovu trvalých trávnych porastov najmä na produkčne chudobných porastoch (Veselá a Mrkvička, 2002). Pri jej použití totiž nehrozí oslabenie protieróznych infiltračných schopností TP. Pre prísevy do trávnych porastov sú vhodné najmä rýchlo rastúce druhy ďatelinovín a tráv, ktoré lepšie prekonávajú konkurenčné a alelopatické pôsobenie trávnych porastov voči prisiatym druhom (Frame 2005). Dobre zapojené prísevy s podielom ďatelinovín nad 40% nie je potrebné v úžitkových rokoch hnojiť N hnojivami, pretože ďateliny majú schopnosť fixácie atmosferického dusíka (účinnok rhizobiálneho dusíka sa rovná cca 110 kg.ha⁻¹).

MATERIÁL A METÓDY

V rokoch 2007 – 2009 bol založený pokus, ktorého cieľom bolo sledovanie vplyvu termínu prísevu na produkciu, kvalitu a floristické zloženie poloprírodného trávneho porastu. Na stanovišti Banská Bystrica v nadmorskej výške 480m sa vysiali bezorbovým sejacím strojom priamo do trávnej mačiny monokultúry tráv a ďateliny podľa variantného riešenia pokusu (tab.1). Hnojilo sa v prvom a druhom úžitkovom roku na jar (v období zazelenania sa porastov) dávkou 50 kg dusíka, 30 kg fosforu a 60 kg draslíka na hektár. Porasty sa využívali trojkosným systémom (lúčne využitie). Pred každou kosbou sa vykonalo floristické zloženie porastov metódou projektívnej dominancie podľa Regala (1968). Pri každej kosbe sa z každého variantu odobrala priemerná vzorka zelenej hmoty približne 500 gramov na stanovenie produkcie sušiny podľa STN 47 7007. Chemické analýzy (organické látky, N-látky, P, K, Ca) z vysušených vzoriek sa stanovili podľa platných noriem.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Úrody sušiny boli na všetkých prisievajúcich variantoch preukazne vyššie ako na neprisievanej kontrole (tab.2). Preukazne vyššie úrody sme zaznamenali na variantoch prisiatych ďatelinou v porovnaní s trávami druhmi. Rast a vývoj prisiatej odrody ďateliny bol dobrý vytvárala husté trsy zdravého vzhľadu. Z prisievajúcich tráv mali rýchlejší vývoj *Dactylis glomerata* a *Lolium perenne*. Štatisticky preukazné rozdiely v úrode sušiny boli medzi prisiatymi druhmi. Preukazné rozdiely boli aj medzi kosbami. Už v prvom roku prísevu sa zmenila pokryvnosť jednotlivých floristických skupín a to ako pri skorom jarnom príseve, tak aj po príseve v máji. Prísevom *Trifolium pratense* sa v roku prísevu podiel leguminóz zvýšil na 45 - 50% (varianty 4 a 8). Na variantoch s prísevom tráv sa tiež zmenila pokryvnosť. Na variantoch 1 a 2 s prísevom *Lolium perenne* a *Festuca pratensis* sa zvýšil podiel týchto druhov na 8 až 16%.V druhom úžitkovom roku nadobudli v trávnej fytocenóze prioritné postavenie prisiate druhy. Na variantoch 4 a 8 sa zvýšila pokryvnosť leguminóz na 55 a 42% (z toho

Trifolium pratense 53 a 40%). Na variantoch 1, 2 a 3 s prisievanými trávami bol podiel trávnej zložky 70% - 71% - 84%. Z toho prisiatie druhu *Lolium perenne*, *Festuca pratensis*, *Dactylis glomerata* mali pokryvnosť 25% - 15% - 30%. Prisiatím ďateliny a jej zapojením v trávnom spoločenstve (tab.3) sa zvýšil obsah N- látok v sušine ďatelinotrávy ($173,1 \text{ g.kg}^{-1}$) v porovnaní s prisiatymi trávami ($162,9 \text{ g.kg}^{-1}$) a s kontrolou ($153,4 \text{ g.kg}^{-1}$). Rozdiely medzi variantami a termínmi prísevu neboli štatisticky preukazné. Z hľadiska výživy zvierat sledované porasty v našom pokuse spĺňajú tieto požiadavky. Kvalitu krmív výrazne ovplyvňuje obsah vlákniny (tab.3). Sušina ďatelinotrávy obsahovala $203,9 \text{ g.kg}^{-1}$ vlákniny, sušina, trávy $206,2 \text{ g.kg}^{-1}$ a kontroly $231,4 \text{ g.kg}^{-1}$ vlákniny. Trávny porast neprisievannej kontroly dorástol skôr do senokosnej zrelosti, teda mal preukazne vyšší obsah vlákniny v porovnaní s prisievanými variantami. Variabilita hodnôt vlákniny v rozdielnych termínoch prísevu je veľmi malá, rozdiely sú nepreukazné. Prísev nemal výraznejší vplyv na obsah fosforu v dopestovanom krme, aj keď badať mierne zvýšenie jeho hladiny na prisievaných variantoch, ale v priebehu rokov mal klesajúcu tendenciu. Z hľadiska výživy zvierat sa za optimálny považuje obsah fosforu $2,8 - 3,0 \text{ g.kg}^{-1}$. Táto hodnota je na prisievaných variantoch prekročená. Prísev výraznejšie neovplyvnil ani hladinu draslíka. Jeho obsah v sušine zberaného porastu však výraznejšie kolísal len v rokoch, pričom najvyšší obsah bol v krme z druhého roku. Prísevy tráv a ďateliny majú výraznejší vplyv na obsah vápnika v sušine krmu (Kašperová a Šrámek, 2007). Dávame to do súvislosti predovšetkým s podielom ďateliny v ďatelinotrávnej miešanke. Priemerný obsah vápnika v krme na neprisievannej kontrole bol $11,6 \text{ g.kg}^{-1}$ na variantoch s prisiatou ďatelinou $14,7 \text{ g.kg}^{-1}$ a na variantoch s prisiatymi trávami $13,7 \text{ g.kg}^{-1}$. Zvýšenie obsahu vápnika v ďatelinotrávnej miešanke bolo štatisticky preukazné v porovnaní s čistými trávnyimi porastami i v porovnaní s kontrolou. Termíny prísevu nemali výraznejší vplyv na obsah prvku v sušine krmu.

Z doteraz získaných výsledkov je zrejmé, že pásový prísev produkčných druhov tráv a ďatelinovín vyvoláva rad zmien v trávnom spoločenstve. Prisiatie druhov sa zapojili a dobre rozšírili v poraste. Zmenila sa floristická skladba (zapojením prisiatych druhov), v dôsledku čoho sa zvýšila produkcia sušiny s vyšším obsahom dusíkatých a minerálnych látok a so znížením obsahom vlákniny.

ZÁVERY

Dosiahnutie úrod trávnej hmoty prostredníctvom technológií rýchloobnovy je možné pri rešpektovaní nasledovných podmienok:

- ✓ úrodu trávnej biomasy zaistiť predovšetkým využitím rhizobiálneho dusíka ďatelinovín a uvoľnených živín pri riadenom kolobehu tvorby a rozkladu organickej hmoty.
- ✓ vlastný proces rýchloobnovy robiť takými mechanickými zásahmi, aby sa na svahovitých pozemkoch zabránilo vodnej erózii a vylúčil sa povrchový zmyv použitých priemyselných hnojív.
- ✓ realizovať takú technológiu, aby sa obnova trávneho porastu urobila s čo najnižším počtom pracovných operácií a počas celého vegetačného obdobia.
- ✓ na obnovu porastov použiť trávne miešanky, ktoré by spĺňali podmienky úrod a vytrvalosti po dobu cca 5 rokov.

Podakovanie: Tento príspevok bol spracovaný s podporou Agentúry na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy APVV – 0098 – 12.

LITERATÚRA

- FRAME, J. 2005: *Forage legumes for temperate grasslands*. 1. vyd. Rome: FAO, 2005, ISBN 92-5-105043-0, pp.309.
- KAŠPAROVÁ, J., ŠRÁMEK, P. 2007: Vliv způsobu obhospodařování na produkci a botanické složení. In *Multifunkční obhospodařování a využívání travních porostů v LFA : sborník příspěvků z mezinárodní vědecké konference*. Rapotín, 2007, s. 94 - 97.
- JANČOVIČ, J. 1994: Vplyv striedavej intenzity dusíkatého hnojenia na kvalitu poloprirodného porastu. I. Obsah vlákniny a dusíkatých látok. In *Polnohospodárstvo*, 1994, roč. 40, č. 9, ISSN 0551-3677, s. 674-683.
- REGAL, V. 1968: Pícnářska a synekologická charakteristika lučních druhů ČSSR. Kandidatská doktoranská práce, VŠZ, Praha, 1968, 279 s. – 1. díl.
- VESELÁ, M., MRKVIČKA, J. 2002: Výnosy a kvalita píče z travních porostů. In *Úroda*, 2002, roč. 61, č. 6, ISSN 0139-6013, s. 14-15.

Tabuľka 1. Schéma pokusu

Číslo variantu	Prisiate druhy	Odroda	Výsevok kg.ha ⁻¹	Termín prísevu	Využívanie
1	<i>Lolium perene</i>	Bača	20	10.4. 2007 na začiatku vegetácie	3-kosný systém využívania
2	<i>Festuca pratensis</i>	Levočská	20		
3	<i>Dactylis glomerata</i>	Rela	16		
4	<i>Trifolium pratense</i>	Sigord	14		
5	<i>Lolium perene</i>	Bača	20	30.5. 2007 po prvej kosbe	
6	<i>Festuca pratensis</i>	Levočská	20		
7	<i>Dactylis glomerata</i>	Rela	16		
8	<i>Trifolium pratense</i>	Sigord	14		
9	Neprisievaná kontrola	–	–		

Tabuľka 2. Priemerné úrody sušiny vysiatych druhov (t.ha⁻¹)

Č. var.	Prisievané druhy	Termín prísevu	Úroda sušiny t.ha ⁻¹			x3 (t.ha ⁻¹)	±K (t.ha ⁻¹)	x2 (t.ha ⁻¹)	±K (t.ha ⁻¹)
			2007	2008	2009				
1	<i>L.perenne</i>	10.4.2007	1,62	4,53	5,62	3,92	1,16	5,07	1,40
2	<i>F.pratensis</i>		1,16	4,68	6,01	3,95	1,19	5,34	1,67
3	<i>D.glomerata</i>		2,05	4,64	6,64	4,44	1,68	5,64	1,97
4	<i>T.pratense</i>		2,69	5,88	8,50	5,69	2,93	7,19	3,52
5	<i>L.perenne</i>	30.5.2007	1,46	4,09	5,24	3,59	0,83	4,66	0,99
6	<i>F.pratensis</i>		0,90	3,71	5,99	3,53	0,77	4,85	1,18
7	<i>D.glomerata</i>		1,23	3,72	6,13	3,69	0,93	4,92	1,25
8	<i>T.pratense</i>		1,72	5,34	9,09	5,38	2,62	7,21	3,54
9	Kontrola	-	0,95	2,79	4,55	2,76	-	3,67	-
Hd	_{0,05} varianty		1,077	0,292+	0,854+	0,645+			
	_{0,05} kosby		0,287+	0,331+	0,357+	0,270+			

x3 – priemer troch rokov (2007 – 2009)

x2 – priemer dvoch rokov (2007 – 2008)

±K – zvýšenie alebo zníženie produkcie v porovnaní s kontrolou

Hd_{0,05} – hraničná diferencia na hladine $\alpha = 0,05$

Tabuľka 3. Obsah organických látok a minerálnych prvkov v sušine fytomasy (g.kg⁻¹)

Obsah	Rok	MT	KL	RL	DL	MT	KL	RL	DL	K	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
		Termín prísevu									
		10.4. 2007					30.5. 2007				
N-látky	2007	143,8	158,6	144,1	146,5	138,1	148,6	150,8	142,6	155,7	
	2008	153,5	159,8	174,3	178,5	159,2	174,9	161,1	177,9	157,2	
	2009	172,7	170,3	159,5	184,1	155,7	159,4	167,8	198,9	147,3	
	x	156,6	162,9	159,3	169,7	151,0	160,9	159,9	173,1	153,4	
Hd _{0,05}	varianty	31,4									
	roky	13,2									
vláknina	2007	213,1	183,6	222,0	222,7	201,9	200,1	225,5	214,7	234,3	
	2008	197,2	193,1	196,0	179,4	194,7	168,6	182,6	179,7	220,3	
	2009	194,0	200,0	200,6	211,7	202,4	169,3	184,9	170,2	239,8	
	x	201,4	192,2	206,2	203,9	199,6	179,3	197,4	188,2	231,4	
Hd _{0,05}	varianty	35,4									
	roky	14,8									
P	2007	4,2	4,9	3,7	4,0	4,5	5,1	4,3	4,0	3,0	
	2008	4,3	4,1	4,0	4,1	4,4	4,3	4,4	4,0	3,3	
	2009	3,0	2,9	2,5	3,7	2,6	2,5	2,7	4,1	2,8	
	x	3,8	3,9	3,4	3,9	3,8	3,9	3,8	4,0	3,0	
Hd _{0,05}	varianty	1,4									
	roky	0,6									
K	2007	12,8	13,7	12,8	13,9	12,7	10,7	14,2	12,8	13,6	
	2008	25,7	25,9	26,1	26,1	26,5	27,6	26,7	25,8	25,0	
	2009	21,4	21,5	18,6	20,3	20,1	19,9	20,8	24,1	21,0	
	x	19,9	20,3	20,1	20,0	19,7	19,4	20,5	20,9	19,8	
Hd _{0,05}	varianty	4,2									
	roky	1,7									
Ca	2007	13,6	14,8	13,9	15,6	15,5	16,6	16,2	14,9	15,3	
	2008	8,2	8,4	8,7	13,4	10,2	10,9	11,0	13,8	9,0	
	2009	10,1	12,8	9,8	15,2	11,4	13,7	11,2	14,4	10,5	
	x	10,6	12,0	10,8	14,7	12,3	13,7	12,8	14,4	11,6	
Hd _{0,05}	varianty	4,2									
	roky	1,7									

x – priemer

Hd_{0,05} – hraničná diferencia na hladine_{0,05}

MT – mätonoh trváci, KL – kostrava lúčna, RL – reznáčka laločnatá, ĎL – ďatelina lúčna,

K – pôvodný trávny porast bez prísevu

Adresa autora: Ing. Jozef Čunderlík, PhD., Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva Mládežnícka 36, 974 21 Banská Bystrica, cunderlik@vutphp.sk

KVALITA TRÁVNÝCH PORASTOV V PASIENKOVOM CHOVE DOJNÍC V LOKALITE TAJOV

The quality of grasslands, pasture for dairy cows in locality Tajov

ZUZANA DUGÁTOVÁ - JANKA MARTINCOVÁ - MARIANA JANČOVÁ - ŠTEFAN POLLÁK -
MIRIAM KIZEKOVÁ

NPPC-VÚTPHP Banská Bystrica

*This field trial was aiming at effects of oversowing grass and grass/clover mixtures to the existing grassland when grazed with dairy cows. The parameters of botanical composition, herbage production and quality of pasture were studied. The oversowing resulted in increased proportion of grass, mainly perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) and also that of tetraploid red clover (*Trifolium pratense* L.). The increase was also recorded in herbage production, nutritive value and sward productivity.*

Key words: grass mixture, grass/clover mixture, pasture sward, oversowing, grazing, dairy cows

ÚVOD

Trvalé trávne porasty poskytujú spoločnosti široké spektrum agroekosystémových služieb, z ktorých najvýznamnejšou je produkcia nadzemnej fytohmoty pre výživu hospodárskych zvierat. Nepriaznivá situácia súvisiaca so zhoršením socio-ekonomických podmienok v poľnohospodárstve sa odrazila na poklese počtu chovaných dojníc, a tým na nižšej produkcii mlieka. Vzhľadom k zabezpečeniu agroekosystémových služieb trávnych porastov v chove dojníc je nevyhnutné zvýšiť ich kvalitu pre krmovinovú základňu, ktorú v horských a podhorských oblastiach v prevažnej miere tvoria trávne porasty.

Cieľom výskumnej úlohy bolo zhodnotenie vplyvu bezorebného prísevu trávnej a ďatelinotrávnej miešanky do pôvodného trvalého trávneho porastu spásaného dojnícami, na floristické zmeny, produkciu fytohmoty, výživnú hodnotu a produkčnú účinnosť pasienkového porastu. Revitalizáciou pasienkových porastov prísevom krmovinárskeho vysokohodnotných druhov tráv a leguminóz do mačiny sa predpokladá zvýšenie kŕmnej hodnoty a kvality pastvy (Novák, Kubinec, 2002). Prísevom vhodnej ďatelinotrávnej miešanky do pasienkového porastu dochádza ku zlepšovaniu kvality trávneho porastu a znižovaniu nákladov na hnojenie. Problematikou prísevu do trávnych porastov sa zaoberali Kohoutek a Hrabě (2004), Kohoutek *et al.* (2006), Boberfeld a Hrabě (2006), Müller a Hrabě (2008).

MATERIÁL A METÓDY

Pokusné stanovište sa nachádza v lokalite Tajov na PD Podlavice. Experimentálne práce sa realizovali v poloprevádzkových podmienkach na trávnych porastoch v nadmorskej výške 730-750 m n. m., mierne teplej agroklimatickej horskej výrobnjej oblasti so svahovitosťou 1-25°, hlinitou pôdou typu kambizem, dlhodobým priemerom zrážok za vegetáciu 500 mm a dlhodobým priemerom denných teplôt za vegetáciu 12,9 °C. Prísev miešaniek do pôvodného pasienkového porastu sa vykonal na jar, bezorebnou sejačkou Vredo. V pokuse bol sledovaný trávny porast využívaný pasiením dojníc rozdelený na varianty:

Variant 1 – prísev trávnej miešanky (*Festulolium* Fojtan (33%), *Lolium perenne* (2 n) Jonas Herbie (17%), *Lolium perenne* (4 n) Kentaur (10%), *Phleum pratense* Lema (5%), *Festuca pratensis* Kolumbus (5%).

Variant 2 – prísev ďatelinotrávnej miešanky (*Festulolium* Fojtan (11,5%), *Festulolium* Mahulena (11,5%), *Lolium perenne* (2 n) Jonas Herbie (14%), *Lolium perenne* (4 n) Kentaur (9%), *Phleum pratense* Lema (14%), *Trifolium pratense* (4 n) Vesna (28,5%), *Festuca pratensis* Kolumbus (11,5%).

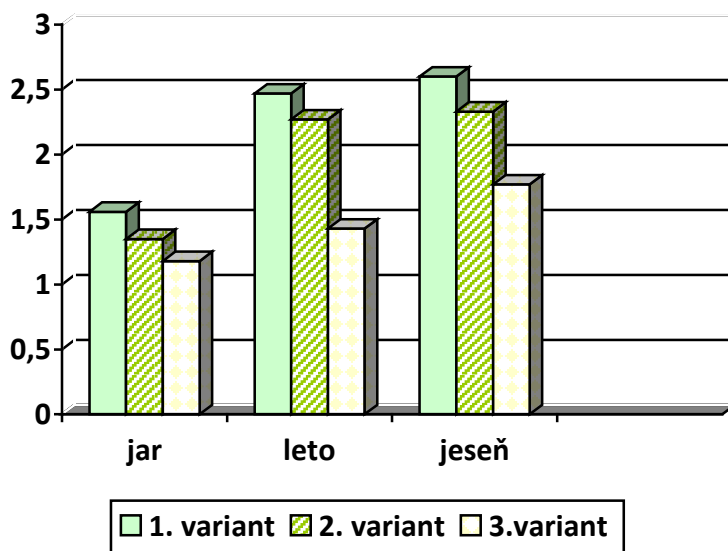
Variant 3 – kontrolný variant- pôvodný trávny porast bez prísevu.

Na všetkých variantoch prebiehalo pasienie dojníc slovenského strakatého plemena usmernené pastierom. Plocha každého sledovaného variantu bola 1 ha. V každom variante boli na reprezentatívnych miestach umiestnené kovové klietky, zabráňujúce zvieratám vypasenie porastu, ktoré slúžili na zisťovanie produkcie fytohmoty. Nadzemnú fytohmotu sme odobrali v jarnom (máj), letnom (júl) a jesennom (september) termíne. Floristické zloženie sa hodnotilo metódou odhadu

redukovanej projektívnej dominancie (%) podľa Klappa (1965) v termínoch odberu nadzemnej fytomasy porastu. Na základe redukovanej projektívnej dominancie (% D) a kŕmnej hodnoty (FV) jednotlivých druhov rastlín sme vypočítali kvalitu trávneho porastu (Novák, 2004). Obsah živín vo fytomase porastov sme zistili laboratórnymi analýzami vzoriek stanovenými v laboratóriu NPPC-VÚTPHP Banská Bystrica, podľa pokynov Výnosu Ministerstva pôdohospodárstva Slovenskej republiky č. 2145/2004-100. Podľa rovníc prílohy č. 8 Výnosu MPSR č. 39/1/2002-100 sme vypočítali výživnú hodnotu vyjadrenú ukazovateľmi PDIN, PDIE, NEL, NEV a ME. Potencionálna produkčná účinnosť vyjadrená produkčným mliekovým potenciálom (PMP) v kg FCM mlieka (mlieko korigované na 4 % obsah tuku) bola vypočítaná pre PMP_{PDI} ($PDI/50$) a pre PMP_{NEL} ($NEL/3,13$).

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Vplyv prísevu sa v pasienkovom poraste prejavil v zvyšujúcej pokrývosti tráv a leguminóz v nasledujúcom roku po príseve, kedy v poraste dominovali trávne druhy. Najväčší podiel na zvýšení zastúpenia tráv mal mätonoh trváci (*Lolium perenne*), ostatné druhy sa vzhľadom na neskorší vývoj a konkurenciu pôvodných druhov v prisievanom poraste zapojili v menšej miere. Pred prísevom vykazovala agrobotanická skupina tráv 55 %, po príseve v jarnom období sa pokrývnosť tráv zvýšila v priemere na 63 %. V letnom období sa mierne znížila pokrývnosť tráv od 48-56 % a zvýšil sa najmä podiel bylinnej a ďatelinovej zložky. Podiel bylín sa pohyboval od 18 – 27 % s najvyšším zastúpením v kontrolnom poraste. Pri variantoch 2. a 3. bolo v lete a na jeseň vyššie zastúpenie prázdnych miest (9-13 %). Krmovinárska hodnota pasienkového porastu dosahovala hodnoty E_{GQ} od 66,4 - 88,5. Na základe bodového hodnotenia kvality boli porasty zatriedené do kategórie hodnotných až veľmi hodnotných porastov. Z tráv prispeli k zvýšeniu kvality trávneho porastu vysokohodnotné prisiate druhy. Najnižšie hodnoty krmovinárskej kvality boli zaznamenané na kontrolnom variante. Produkciu fytomasy pasienkového porastu ($t \cdot ha^{-1}$ sušiny) uvádzame v grafe – obr. 1.



Obr. 1 Produkcia fytomasy pasienkových porastov ($t \cdot ha^{-1}$ sušiny)

Celková produkcia fytomasy porastu za pasienkovú sezónnu dosiahla na 1.variante $6,63 t \cdot ha^{-1}$ sušiny, na 2. variante $5,95 t \cdot ha^{-1}$ sušiny a na 3.variante $4,38 t \cdot ha^{-1}$ sušiny. V priebehu pasienkového obdobia sme najvyššiu produkciu fytomasy zaznamenali pri jesennom termíne odberu vzoriek. Z hľadiska porovnania jednotlivých variantov sme najvyššiu produkciu fytomasy porastu zaznamenali pri 1.variante, s prísevom trávnej miešanky oproti variantu 2. a 3. Najnižšou produkciou fytomasy sa prezentoval kontrolný variant. Množstvo vyprodukovanej fytomasy z trávnych porastov je okrem konkrétnych klimatických podmienok jednotlivých rokov ovplyvňované aj rôznym spôsobom obhospodarovania. Pratotecnika priamo súvisí a ovplyvňuje nielen produkciu sušiny ale aj botanické a chemické zloženie porastov. Obsah živín, výživnú hodnotu a produkčný mliekový potenciál fytomasy porastu uvádzame v tabuľke 1.

Tabuľka 1. Obsah živín, výživná hodnota a produkčný mliekový potenciál fytomasy porastov

Termín odberu porastu	Variant	Sušina pôv. hmoty	N-látky	Vláknina	NEL	PDI	PMP _{NEL}	PMP _{PDI}
		g.kg ⁻¹	g.kg ⁻¹ sušiny		MJ.kg ⁻¹ sušiny	g.kg ⁻¹ sušiny	kg FCM	
1.jar	1	210,44	160,45	232,08	5,12	103,42	1,64	2,08
	2	237,40	152,82	234,55	5,24	85,04	1,67	1,70
	3	261,52	133,69	257,68	5,19	97,20	1,66	1,94
2.letó	1	266,70	123,64	274,83	5,24	78,64	1,67	1,57
	2	354,40	84,55	295,74	5,32	53,78	1,69	1,08
	3	366,03	99,41	264,91	5,27	63,23	1,68	1,26
3.jeseň	1	243,79	164,99	266,70	5,14	103,84	1,61	2,09
	2	241,71	163,18	232,40	5,14	92,07	1,65	1,84
	3	310,72	144,75	243,42	5,07	103,79	1,62	2,08

Najvyššími hodnotami pôvodnej sušiny a vlákniny sa charakterizoval porast pri všetkých variantoch v letnom termíne. Pri porovnaní jednotlivých variantov sme najvyššie hodnoty sušiny a vlákniny zaznamenali u 3. variantu vo všetkých sledovaných odberoch. Obsah vlákniny sa postupne zvyšoval s termínom druhého a tretieho pasienkového využitia, naopak obsah dusíkatých látok mal klesajúcu tendenciu. Nami zistené hodnoty netto energie laktácie (NEL) postačujú potrebám dojnice na záchov a produkciu mlieka. Sommer *et al.* (1994) uvádza v požiadavkách potrieb živín pre dojniciu o živej hmotnosti 600 kg 5,32 až 5,85 MJ NEL.kg⁻¹ sušiny, kravám s nižšou úžitkovosťou stačí krmivo s koncentráciou energie v rozpätí 4,8 až 5,3 MJ NEL. Pri hodnotení PDI bola zaznamenaná rovnaká tendencia ako pri hodnotení koncentrácie dusíkatých látok v sušine porastu, najvyššie hodnoty boli zaznamenané pri treťom termíne odberu porastov u všetkých sledovaných variantov. Pri porovnaní variantov sme najvyššie hodnoty zistili v 1. variante vo všetkých termínoch. Vyššími hodnotami PMP_{NEL} sa charakterizoval porast 2. variantu a PMP_{PDI} porast 1. variantu. Na sledovaných variantoch môžeme dosiahnuť takú produkciu mlieka, ktorá zodpovedá hodnotám PMP_{NEL}, pretože limitujúcim faktorom produkcie mlieka je energetická hodnota sušiny porastu. Všetky hodnotené pasienkové porasty mali vyššie hodnoty PMP_{NEL} v letnom termíne a PMP_{PDI} pri jesennom termíne odberu porastu.

ZÁVER

Zistili sme, že prísiev trávnej aj d'atelinotrávnej miešanky do pôvodného porastu zvýšil podiel krmovinársky hodnotných druhov a tým aj krmnu kvalitu porastov. Zvýšenie podielu prisiatych druhov sa pozitívne prejavilo aj na výške produkcie fytomasy pasienkového porastu. Výživná hodnota a produkčný mliekový potenciál prisievaných porastov bol vyšší oproti pôvodnému porastu. Pre zabezpečenie požadovaných agroekosystémových služieb trávnych porastov vo výžive dojníc, je prísiev kultúrnych druhov tráv a d'atelinovín do pôvodných porastov perspektívnym spôsobom zvýšenia ich produkcie a kvality.

Pod'akovanie:

Príspevok bol spracovaný vďaka podpore projektu APVV-0098-12 *Analýza, modelovanie a hodnotenie agroekosystémových služieb.*

LITERATÚRA

- BOBERFELD, O., HRABĚ, F. 2006 : Regenerace pastevního porostu bezorebným prísievem. In: Sborník z mezinárodního semináře „Ekologické aspekty pastvy v českých a rakouských vyšších výrobních oblastech“, MZLU v Brne, 17-20.
- KLAPP, E. 1965: Grünlandvegetation und Standort. Verlag Paul Parey - Berlin und Hamburg 1965,384 p.
- KOHOUTEK, A., HRABĚ, F. 2004 : Kapitola 5.4. Prísiev trávnych porastu. s. 41-47. In: Hrabe, F. *et al.* (eds) Trávy a jetelovino trávy v zemedelské praxi. Vydavatelství Ing. Petr Baštan, Olomouc, 122 s.

- KOHOUTEK, A., KOMÁREK, P., FAJMON, T., POZDÍŠEK, J. 2006 : Využití přisevu do travních porostu pastvou skotu. s.31-34. In: Hrabě, F. *et al.* (eds) Vše pro trávy a jetelovino trávy. Vydavatelství Ing. Petr Baštan, Olomouc, 128 s.
- MÜLLER, M., HRABĚ, F. 2008 : Vplyv bezorebného přisevu na výnosy a botanické složení pastervního porostu (*Effect of owersowing on yields and botanical composition of pasture sward*). Acta univ. agric. et silvic. Mendel. Brun : sborník Mendelovy zemědělské a lesnické univerzity v Brně, 2008, LVI, No. 4, pp. 127–134.
- NOVÁK, J., KUBINEC, J. 2002 : Ekologicky celoročný chov dobytka bez ustajnenia na horských pasienkoch. In Slovenský chov, 2002, č. 11, str. 26-28
- NOVÁK, J. 2004. Evaluation of grassland quality. In. Ekológia, vo.23,2004,no.2,pp.127-143.ISSN 1335-342X.
- SOMMER, A.. *eds.* 1994. Potreba živín a výživná hodnota krmív pre hovädzí dobytok, ovce a kozy. Nitra: VÚŽV, 1994, 113 s. ISBN 80-967057-1-7.

Kontakt:

Ing. Zuzana Dugátová, Ing. Janka Martincová, PhD., Ing. Mariana Jančová, PhD., Ing. Štefan Pollák, Ing. Miriam Kizeková, PhD., NPPC-Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva, Banská Bystrica. E-mail: dugatova@vutphp.sk, martincova@vutphp.sk, jancova@vutphp.sk, pollak@vutphp.sk, kizekova@vutphp.sk

DOPAD DLHODOBEJ INTENZIFIKÁCIE NA PODPORNÉ SLUŽBY ALUVIÁLNEJ LÚKY

Impact of long-term intensification on supporting services of alluvial meadow

VLADIMÍRA VARGOVÁ¹ – LUBICA JANČOVÁ¹ - MILAN MICHALEC¹ - ZUZANA KOVÁČIKOVÁ¹

¹Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – 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 agri-chemical soil properties 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. During 2013 - 2014 decreased the soil pH (KCl) of value 4.09 – 5.08. The greatest decrease of soil pH was in the treatment an N rate of 50 kg with a nutrient ratio of 1 : 0.3 : 0.8. A lower contents accessible to plants of nitrogen, phosphorus and potassium in the soil was found in treatments with a nutrient ratio of 1 : 0.15 : 0.4.

Keywords: alluvial meadow, long-term fertilization, grass sward, agri-chemical soil properties

ÚVOD

Acidifikácia patrí medzi základné environmentálne indikátory. Zintenzívnenie výnosov poľnohospodárstva je sprevádzané aplikáciou vyšších dávok hnojív, ktoré spôsobuje silné odčerpávanie živín a zvyšovanie kyslosti pôdy (Jančovič, 2002). Zakyslením dochádza k synergickému účinku na toxické pôsobenie ťažkých kovov. Odber živín závisí od podielu floristických skupín v poraste, ktorý sa mení v priebehu vegetácie a závisí od zásobenosti pôdy určitou živinou. Dostupnosť živín v pôde je všeobecne nízka a mení sa pôsobením zrážok, teploty, vetra, pôdneho typu a pôdnej reakcie (Maathuis, 2009). Hnojenie ovplyvňuje zmeny nadzemného habitusu, množstvo a kvalitu organickej hmoty v pôde. Vyvážené hnojenie mierne zvyšuje intenzitu rozkladu pôdnej organickej hmoty a súčasne zvyšuje tvorbu koreňovej hmoty (Holúbek *et al.*, 2007). Do pôdy pod trávny porastom sa dostávajú aj živiny z opadu po mineralizácii, aj dusík pútaním hrčkotvornými baktériami a fosfor mycéliom mykoríznych húb (Novák, 2008). Cieľom práce bolo zistiť vplyv rôznej úrovne výživy na agrochemické vlastnosti pôdy.

MATERIÁL A METÓDY

Pokus bol založený vo Veľkej Lúke v roku 1961 blokovou metódou v štyroch opakovaniach v západnej časti Zvolenskej kotliny v nadmorskej výške 350 m. Uvádzame výsledky za obdobie rokov 2013 – 2014. Trávny porast z fytoecologického hľadiska bol charakterizovaný ako zväz *Alopecurion pratensis*. Dlhodobý priemer zrážok za vegetáciu je 429,5 mm a za rok 779,6 mm. Priemerná denná teplota vzduchu za rok je 9,3 °C a za vegetáciu 16,5 °C.

Tabuľka 1. Varianty pokusu

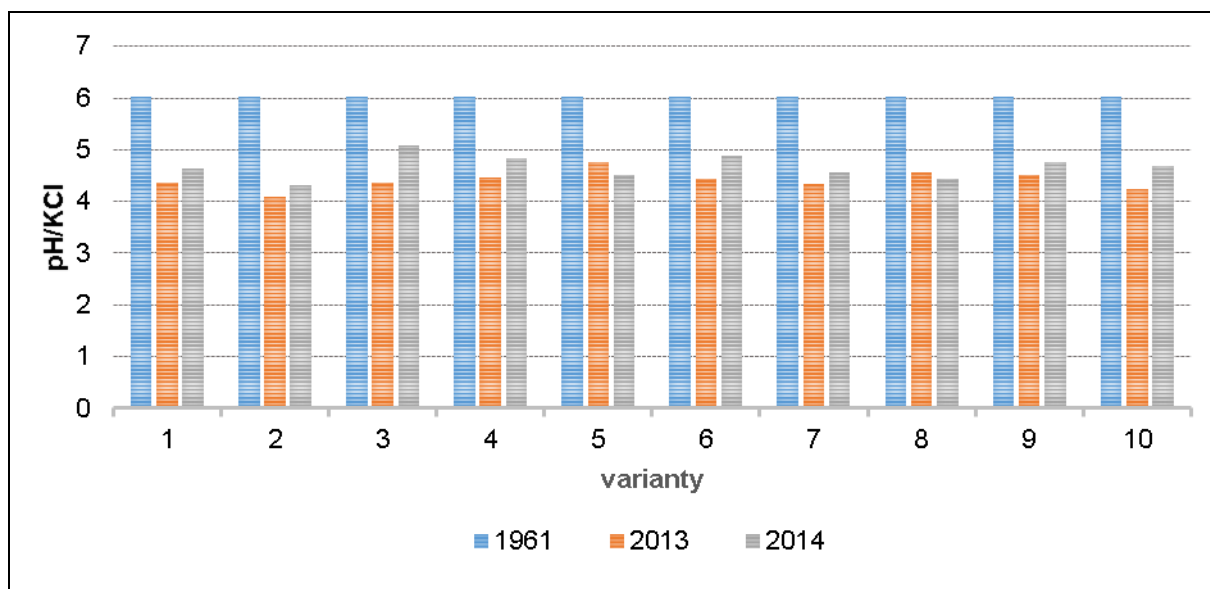
Varianty/ dodané živiny (kg.ha ⁻¹)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
			Pomer živín							
			1 : 0,30 : 0,8				1 : 0,15 : 0,4			
N	0	0	50	100	150	200	50	100	150	200
P	0	22	15	30	45	60	7,5	15	22,5	30
K	0	41,5	40	80	120	160	20	40	60	80

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. Pôdne vzorky sme odoberali v jesennom období (október) z hĺbky 0 - 150 mm. Z odoberatých pôdnych vzoriek sme stanovovali pH v KCl, C_{ox} , N, P, K a Mg.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Pri založení pokusu v roku 1961 bola pôdna reakcia na úrovni 6,03, pri porovnaní so sledovaným obdobím 2013 – 2014 nastalo zníženie (obr. 1) pôdnej reakcie (Michalec *et al.*, 2007). V roku 2013 pôdna reakcia oscilovala v rozpätí 4,09 – 4,75 (extrémne až silne kyslá pôdna reakcia). Najvyššie pH sa zistilo na variante 5 so 150 kg dávkou dusíka a pomerom živín 1 : 0,3 : 0,8. Varianty s pomerom živín 1 : 0,15 : 0,4 mali nižšiu hodnotu pH ako varianty s druhým pomerom, okrem variantu 8. Najnižšia pôdna reakcia sa zistila na variante 2 s PK hnojením (4,09), čo predstavuje extrémne kyslú pôdnu reakciu (tab.2). V jesenných odberoch bol najvyšší obsah C_{ox} na nehnojenom variante a na variantoch s pomerom živín 1 : 0,15 : 0,4. Je zaujímavé, že variant 2 s fosforečno-draselným hnojením mal vyššiu koncentráciu C_{ox} ako varianty s pomerom 1 : 0,3 : 0,8. Zásoba dusíka v pôde sa pohybovala od 2,20 g.kg⁻¹ (variant 6) do 3,76 g.kg⁻¹ (variant 8). Na nehnojenom variante bol najnižší obsah fosforu (0,90 mg.kg⁻¹). Najvyššia zásoba fosforu v pôde sa zistila na variante 6 (79,03 mg.kg⁻¹). Obsah draslíka v pôde osciloval od 87,56 mg.kg⁻¹ (variant 4, 5 a 10) po 111,51 mg.kg⁻¹ (variant 2). Varianty s pomerom živín 1 : 0,15 : 0,4 mali vyššiu zásobu horčička v pôde ako varianty s druhým pomerom, okrem variantu 10 (144,35 mg.kg⁻¹), kde bol aj najnižší obsah horčička. Maathius (2009) konštatuje, že vplyvom zrážok, teploty, pôdneho typu a pôdnej reakcie sa môže meniť dostupnosť živín v pôde.



Obr. 1 Zmeny pôdnej reakcie (pH)

Pôdna reakcia v ďalšom roku 2014 sa mierne zvýšila, pohybovala sa od 4,32 do 5,08 (tab.3). Najnižšie pH bolo na variante 2. Vyššie hodnoty pôdnej reakcie sa zaznamenali na variantoch s pomerom živín 1 : 0,3 : 0,8, pričom najvyššia hodnota 5,08 bola na variante 3 s 50 kg dávkou dusíka. Výnimku predstavoval len variant 5, ktorý ma nižšie pH ako variant 9 s pomerom živín 1 : 0,15 : 0,4. Hodnoty koncentrácie C_{ox} boli najvyššie na nehnojenom variante 29,55 mg.kg⁻¹ a na variantoch 8 a 9 s pomerom živín 1 : 0,15 : 0,4. Ondrášek (1985) a Jančovič *et al.* (2007) zistili zvýšenie obsahu C_{ox} na intenzívne hnojených variantoch rovnako ako uvádzame aj my.

Tabuľka 2. Agrochemické vlastnosti pôdy na jeseň 2013

Variant	pH/ KCl pH	C _{ox} g.kg ⁻¹	N g.kg ⁻¹	P mg.kg ⁻¹	K mg.kg ⁻¹	Mg mg.kg ⁻¹
1	4,35	25,60	2,76	0,90	97,32	565,02
2	4,09	26,82	3,23	7,87	111,51	492,10
3	4,37	25,30	3,20	2,06	97,32	435,77
4	4,46	18,03	2,27	18,37	87,56	397,25
5	4,75	17,73	2,31	35,20	87,56	396,03
6	4,43	21,06	2,20	79,03	92,47	371,69
7	4,33	26,21	2,94	1,90	97,32	518,51
8	4,56	26,21	3,76	2,06	102,11	494,30
9	4,52	22,27	2,65	1,91	97,32	578,79
10	4,23	20,15	2,36	30,92	87,56	144,35

Najvyššia zásoba dusíka v pôde sa zistila na variante 9 s pomerom živín 1 : 0,15 : 0,4 (2,80 mg.kg⁻¹) a na nehnojenom variante (2,63 mg.kg⁻¹). Varianty s 50 a 100 kg dávkou dusíka s pomerom živín 1 : 0,15 : 0,4 vykazovali vyšší obsah dusíka v pôde ako rovnaké varianty s pomerom živín 1 : 0,3 : 0,8. Dusík predstavuje dôležitý prvok, ktorý vplýva na posun v druhovom zložení, kontroluje diverzitu, dynamiku a funkciu mnohých terestrických ekosystémov (Vitousek *et al.*, 1997). V tomto roku sa zistil veľmi nízky obsah fosforu na variantoch s pomerom živín 1 : 0,15 : 0,4 (0,10 – 0,79 mg.kg⁻¹). Rovnaký pokles koncentrácie fosforu zaznamenal aj Jančovič *et al.* (2007). Najvyššia zásoba fosforu bola na variante 5 a 6 (41,08 mg.kg⁻¹ a 48,70 mg.kg⁻¹) s pomerom živín 1 : 0,3 : 0,8. Koncentrácia draslíka v pôde oscilovala od 100,00 (variant 8) do 118,53 mg.kg⁻¹ (variant 1). Varianty s pomerom 1 : 0,3 : 0,8 mali vyššiu zásobu draslíka v pôde. Najvyšší obsah horčička v pôde sa zaznamenal na nehnojenom variante 540,28 mg.kg⁻¹. Nižšiu koncentráciu horčička v pôde vykazovali varianty s pomerom živín 1 : 0,3 : 0,8 ako varianty s pomerom živín 1 : 0,15 : 0,4. Výnimkou bol variant 3, na ktorom bol druhý najvyšší obsah horčička 528,57 mg.kg⁻¹. Kobza *et al.*, (2010) uvádzajú, že naše pôdy sú dobre zásobené horčičkom s čím korešpondujú aj nami zistené výsledky. Preukazný vplyv ročníka ($P < 0,05$) sa zaznamenal na obsah pH, dusíka a draslíka. Varianty štatisticky preukazne ($P < 0,05$) ovplyvňovali obsah Cox, fosforu a horčička (Tab. 3).

Tabuľka 3. Agrochemické vlastnosti pôdy na jeseň 2014

Variant	pH/ KCl pH	C _{ox} g.kg ⁻¹	N g.kg ⁻¹	P mg.kg ⁻¹	K mg.kg ⁻¹	Mg mg.kg ⁻¹
1	4,64 ^a	29,55 ^c	2,63 ^a	1,63 ^a	118,53 ^a	540,28 ^b
2	4,32 ^a	22,42 ^{bc}	2,29 ^a	9,28 ^a	114,81 ^a	504,55 ^b
3	5,08 ^a	23,31 ^{bc}	2,41 ^a	1,33 ^a	111,11 ^a	528,57 ^{ab}
4	4,83 ^a	20,94 ^{ab}	2,40 ^a	18,20 ^{ab}	107,41 ^a	211,01 ^{ab}
5	4,51 ^a	18,56 ^a	2,29 ^a	41,08 ^b	107,41 ^a	226,13 ^{ab}
6	4,88 ^a	19,45 ^{ab}	2,16 ^a	48,70 ^c	111,11 ^a	242,28 ^{ab}
7	4,56 ^a	20,34 ^{ab}	2,56 ^a	0,10 ^a	107,41 ^a	347,07 ^{ab}
8	4,43 ^a	22,42 ^{bc}	2,15 ^a	0,10 ^a	100,00 ^a	265,09 ^{ab}
9	4,75 ^a	27,77 ^{bc}	2,80 ^a	0,79 ^a	118,52 ^a	352,96 ^{ab}
10	4,69 ^a	18,56 ^a	1,70 ^a	0,12 ^a	103,70 ^a	339,68 ^a

Rozdielne indexy znamenajú štatisticky preukazné rozdiely medzi úrovňami faktorov (Tukey *t*-test, $P = 0,05$).

ZÁVER

- Pôdna reakcia je významná agrochemická vlastnosť pôdy, ktorá výrazne vplyva na rast a vývoj rastlín. Stúpajúce dávky dusíka spôsobujú acidifikáciu pôdy hlavne pri vyšších dávkach dusíka.
- V priebehu sledovaného obdobia sa znížila pôdna reakcia. Najvýraznejší pokles pôdnej reakcie bol na variante s fosforečno-draselným hnojením.
- Na ostatných variantoch hnojených dávkou dusíka 50 – 200 kg.ha⁻¹ pri obidvoch pomeroch nebol výraznejší pokles pôdnej reakcie voči nehnojenej kontrole.
- Na variantoch s pomerom 1 : 0,15 : 0,4 sa znížil obsah prístupného dusíka, fosforu a draslíka v pôde. Vyššia koncentrácia dusíka v pôde sa zistila na nehnojenom variante a variante 9 s pomerom živín 1 : 0,15 : 0,4. Koncentrácia horčika v pôde klesala, najviac na variantoch s vyššími dávkami dusíka s pomerom 1 : 0,15 : 0,4.
- Je zaujímavé, že na niektorých variantoch (1, 4, 5, 9) sme zaznamenali zvýšenie obsahu organickej hmoty.

PodĎakovanie: Príspevok bol spracovaný vďaka podpore projektu APVV-0098-12 *Analýza, modelovanie a hodnotenie agroekosystémových služieb*.

LITERATÚRA

- Holúbek R *et al* (2007) Krmovinárstvo – manažment pestovania a využívania krmovín. Nitra. 2007: 420 s. ISBN 978-80-8069-911-6
- Jančovič J (2002) Vplyv hnojenia a využívania na vyplavovanie živín a zmeny pôdnych vlastností v trávnom ekosystéme. In Ekológia trávneho porastu VI. Banská Bystrica. 2002: 138-146. ISBN 80-968890-7-9
- Jančovič J *et al* (2007) Základné agrochemické vlastnosti kambizeme pod trávnyim porastom v dlhodobom pokuse. In Ekologie trávneho porastu VII. Banská Bystrica. 2007:328-332. ISBN 978-80-88872-69-6
- Kobza J *et al* (2010) Aktuálny stav a vývoj obsahu fosforu, draslíka a horčika v poľnohospodárskych pôdach Slovenska. In Agrochémia 50 (1): 3-8.
- Maathuis F (2009) Physiological function of mineral macronutrients. In Current Opinion in Plant Biology 12 (3): 250-258.
- Michalec M *et al* (2007) Vplyv dlhodobého hnojenia úrodných lúk. In Súčasnosc' a perspektívy krmovinárskeho výskumu a vzdelávania v multifunkčnom využívaní krajiny. Nitra. 2007: 128-131. ISBN 978-80-8069-929-1
- Novák J (2008) Pásienky, lúky a trávniky. Prievdza. 2008: 708 s. ISBN 978-80-85674-23-1
- Ondrášek L (1985) Hlavné zmeny pedobiologických vlastností lúčneho ekosystému pri rôznej intenzite hnojenia a využívania. In Ekológia trávneho porastu II. Banská Bystrica. 1985: 22-34.
- Vitousek P *et al* (1997) Human alteration of the global nitrogen cycle: sources and consequences. In Ecological Applications, 7: 737-750.

Adresa autorov: Ing. Vladimíra Vargová, PhD., Ing. Ľubica Jančová, Ing. Milan Michalec, CSc., Ing. Zuzana Kováčiková, PhD. - Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva Banská Bystrica, Mládežnícka 36, Banská Bystrica 974 23, vargova@vutphp.sk

PRIMÁRNA PRODUKCIA – EKOSYSTÉMOVÁ SLUŽBA DOČASNÝCH TRÁVNÝCH PORASTOV

Primary production – ecosystem service of temporary grassland

MIRIAM KIZEKOVÁ¹ - EUBICA JANČOVÁ¹ - JANKA MARTINCOVÁ¹ - MARIANA JANČOVÁ¹ - ZUZANA DUGÁTOVÁ¹ - ŠTEFAN POLLÁK¹ - RADOSLAVA KANIANSKA² - JARMILA MAKOVNÍKOVÁ³

¹ NPPC – Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva - ² Univerzita Mateja Bela v Banskej Bystrici, Fakulta prírodných vied - ³ NPPC – Výskumný ústav pôdoznanectva a ochrany pôdy

Grasslands provide a range of ecosystem services to society. However quality of these services is determined by environment or human interventions as well. Weather variables - temperature and rainfalls are the two main variables susceptible to alter primary production. Dependency among weather variable (rainfall and mean air temperature) and primary production, parameters of growth analysis (RGR - relative growth rate, RGR_A - relative growth rate of leaf area, NAR – net assimilation rate, CGR – crop growth rate) were analysed at monoculture of intergeneric hybrid *Festulolium braunii* cv. Achilles, red clover/grass and lucerne/grass mixtures during growing season 2014. The results confirmed significant negative correlation between observed factors at monoculture of *Festulolium*. On the contrary, production parameters at alfalfa-grass monoculture showed the lowest dependency on weather variables.

Key words: temporary grasslands, primary production, photosynthesis, rainfall, temperature

ÚVOD

Ekosystémové služby trávnych porastov sú v súčasnom období ovplyvňované aj zmenou klímy. Deficit zrážok a zvýšené teploty ovzdušia počas letných mesiacov spôsobujú zmeny botanického zloženia, čo sa následne odráža v zmenách ako produkčného potenciálu tak aj ďalších kvalitatívnych a kvantitatívnych charakteristík trávnych porastov, ktoré determinujú funkčnosť ekosystému trávnych porastov ako providera ekosystémových služieb. Kľúčovými ukazovateľmi pre kvantitatívne meranie štruktúry vegetácie sú parametre rastovej analýzy (Shen a kol., 2014, Tribouillois a kol., 2015). Tieto parametre majú široké uplatnenie v poľnohospodárskych aj ekologických štúdiách vrátane hodnotenia stresov, transpirácie, cyklov živín a uhlíka a sú dôležitými premennými pre rôzne modely, ktoré umožňujú predikovať manažment tvorby biomasy trávnych porastov (Reich a kol., 2003).

MATERIÁL A METÓDY

Na jar v roku 2013 bol na stanovišti Suchý vrch založený maloparcelkový pokus. Stanovište sa nachádza v Banskej Bystrici, časť Radvaň v nadmorskej výške 480 m n.m., s priemernou ročnou teplotou 9,2°C a priemerným úhrnom zrážok 759 mm. Geologický substrát stanovišťa tvoria zvetraliny andezitov, pôdnym typom je kambizem, pôdnym druhom je hlinitá pôda. Pokus bol založený blokovou metódou v troch opakovaní. Do pokusu boli zaradené 3 varianty s nasledovným zložením: variant 1 - monokultúra medzirodového hybridu *Festulolium braunii* cv. Achilles, variant 2 - *Trifolium pratense* cv. Fresko + *Festulolium braunii* cv. Achilles, variant 3 - *Medicago sativa* cv. Tereza + *Festulolium braunii* cv. Achilles. Celá metodika založenia pokusu je uvedená v práci Kizeková (2014). Porasty sa využívali kosením 3-krát počas vegetačného obdobia. Na charakterizovanie rastovo-produkčného procesu sa pred každou kosbou odobrala z každého variantu nadzemná fytomasa z plochy 1 m² z troch opakovaní. Listová plocha bola stanovená deštruktívnou metódou a zameraná na prístroji AREAMETER LI-3000 od firmy LI-COR. Výpočet parametrov rastovej analýzy : primárnej produkcie, špecifickej rýchlosti rastu (RGR), špecifickej rýchlosti rastu listovej plochy (RGR_A), čistého výkonu fotosyntézy (NAR) a rýchlosti prírastku sušiny na jednotku povrchu pôdy (CGR) sa uskutočnil podľa vzorcov uvedených v publikácii Šesták a Čatský (1966). Chemické analýzy sa vykonali v laboratóriu VÚTPHP Banská Bystrica v zmysle platných legislatívnych predpisov - Výnos MP SR č. 2145/2004-100. Výsledky boli vyhodnotené pomocou programu Statitgraphic Centurion metódou analýzy variancie (ANOVA) s následným

testovaním rozdielov na hladine významnosti $\alpha = 0,05$. Vzájomné vzťahy medzi parametrami a faktormi boli hodnotené Pearsonovým korelačným koeficientom.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Priemerná hodnota RGR za rastové obdobie 1. kosby bola $50,84 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$, zatiaľ čo v rastovom období 2. kosby priemerná hodnota dosiahla záporné hodnoty ($-22,78 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$). Znižovanie hodnôt RGR trávneho porastu počas vegetačného obdobia potvrdzujú štúdie autorov Ilavská a kol. (2001). Najvyššie priemerné hodnoty RGR za vegetačné obdobie zaznamenala lucernotrávna miešanka (tabuľka 1). Podobne ako pri RGR, najlepšie podmienky pre rast asimilačného aparátu boli v rastovom období 1. kosby.

Hodnoty výkonu asimilačného aparátu (NAR) sa v rastovom období 1. kosby pohybovali od $5697,92 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$ pri lucernotrávnej miešanke do $8229,31 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$ monokultúre medzirodového hybridu. V nasledujúcom rastovom období sa NAR preukazne znížil na všetkých variantoch. Dynamika čistého výkonu asimilácie kopírovala trend signifikantného poklesu v rastovej perióde 2. kosby v porovnaní s rastovým obdobím 1. kosby (tabuľka 2). Pri d'atelinotrávnej a lucernotrávnej miešanke došlo v rastovom období 3. kosby k zvýšeniu NAR, avšak pri monokultúre medzirodového hybridu výkon asimilačného aparátu dosahoval aj v tomto období záporné hodnoty. Tieto výsledky sú v rozpore s autormi Ilavská a kol. (2001), ktorí uvádzajú jednoznačnú tendenciu poklesu hodnôt NAR od 1. kosby k 3. kosbe na siatych trávnych porastoch.

V roku 2014 dosiahla priemerná primárna produkcia sušiny nadzemnej biomasy signifikantne najvyššie hodnoty na variantoch s monokultúrou medzirodového hybridu *Festulolium* a najnižšie pri lucernotrávnej miešanke (obrázok 1). Analýza rozdelenia tvorby úrody počas vegetačného obdobia ukázala, že najvyššiu primárnu produkciu dosiahli všetky porasty v 1.kosbe. Na variantoch s monokultúrou medzirodového hybridu *Festulolium* sa podiel primárnej produkcie sušiny na celkovej ročnej úrode v 2. a 3. kosbe znižoval a predstavoval 22 % a 13 %. Pri miešankách bol však trend rozdelenia primárnej produkcie rozdielny. Najnižšiu primárnu produkciu sušiny zaznamenali miešanky v 2. kosbe a v 3. kosbe bol evidovaný mierny nárast produkcie (obrázok 2).

V tabuľke 3 sú uvedené hodnoty Pearsonovho korelačného koeficientu, ktoré vyjadrujú silu vplyvu poveternostných faktorov na parametre rastovej analýzy a primárnej produkcie v našom pokuse. Pri monokultúre medzirodového hybridu bola evidovaná signifikantne negatívna korelácia medzi RGR, NAR, primárnou produkciou a obidvoma faktormi počasia, zatiaľ čo pri d'atelinotrávnej miešanke mala na rast a výkon asimilačného aparátu ako aj na primárnu produkciu štatisticky významný vplyv len priemerná denná teplota ovzdušia počas rastových období. Produkčné parametre lucernotrávnej miešanky preukázali najnižšiu závislosť od poveternostných faktorov. Primárna produkcia aj CGR boli negatívne ovplyvnené zrážkami a teplotou ovzdušia, avšak hodnoty Pearsonovho korelačného koeficientu neboli signifikantne významné.

ZÁVER

- Parametre rastovej analýzy (RGR, RGR_A , NAR a CGR) a primárna produkcia dosiahli štatisticky významné maximum v rastovej perióde 1. kosby u všetkých variantov. Naopak v rastovej perióde 2. kosby dosahovali záporné hodnoty.
- Najvyššou produkciou sušiny sa vyznačovala monokultúra medzirodového hybridu *Festulolium braunii*.
- Produkčné parametre lucernotrávnej miešanky preukázali najnižšiu závislosť od poveternostných faktorov.

Podakovanie: Príspevok bol spracovaný vďaka podpore projektu APVV-0098-12 Analýza, modelovanie a hodnotenie agroekosystémových služieb.

Tabuľka 1. Špecifická rýchlosť rastu [$RGR, \text{mg}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$] a špecifická rýchlosť rastu listovej plochy [RGR_A]

Kosba	RGR [$\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$]				RGR _A [$\text{mm}^2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$]			
	Variant			Priemer	Variant			Priemer
	1	2	3		1	2	3	
1.	45,95	57,97	48,60	50,84c	44,31	45,97	43,78	44,68b
2.	-19,47	-26,09	-22,79	-22,78a	-12,36	-10,56	-10,96	-11,29ab
3.	-8,56	3,03	15,26	1,44b	-160,39	1,08	11,41	-56,89a
Priemer	5,97a	11,63a	16,49a	-	-42,81a	12,16a	15,16a	-

Rozdielne písmená nasledujúce po hodnotách tolerančného indexu v rovnakom stĺpci poukazujú na hladiny významnosti rozdielov pri $p < 0.05$

Tabuľka 2. Čistý výkon fotosyntézy (NAR) a rýchlosť prírastku sušiny (CGR)

Kosba	NAR [$\text{mg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$]				CGR [$\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$]			
	Variant			Priemer	Variant			Priemer
	1	2	3		1	2	3	
1.	6617,04	8229,31	5697,92	6848,09b	473,99	428,36	222,47	374,95c
2.	-1262,10	-1658,12	-1170,71	-1363,69a	-413,79	-430,45	-206,49	-380,26a
3.	-1571,44	286,12	1606,83	-80,28a	-79,86	23,31	117,88	9,39b
Priemer	1261,17a	2285,15a	2099,39a		-5,55a	7,06a	35,45a	

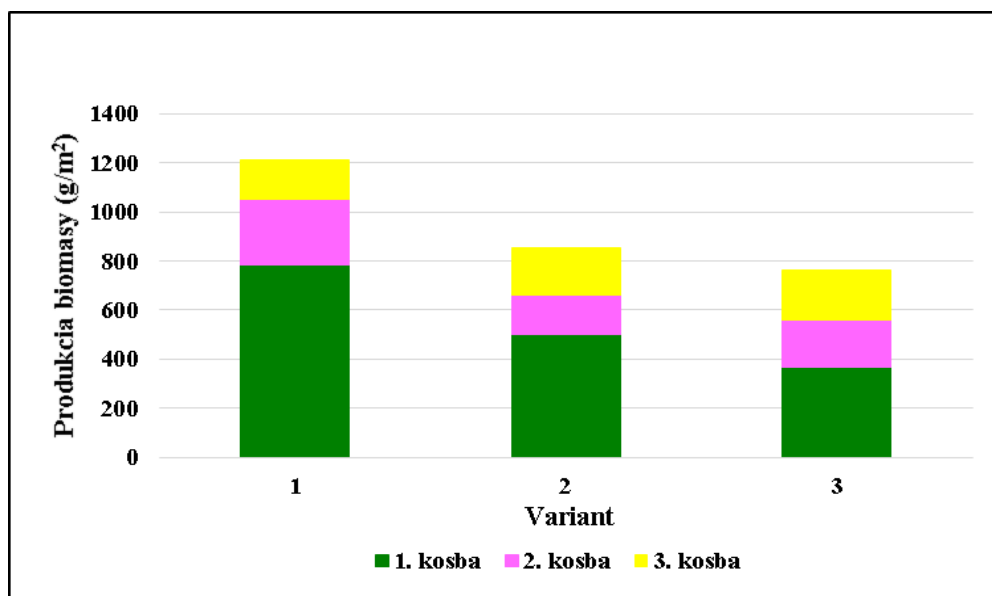
Rozdielne písmená nasledujúce po hodnotách tolerančného indexu v rovnakom stĺpci poukazujú na hladiny významnosti rozdielov pri $p < 0.05$

Tabuľka 3. Pearsonov korelačný koeficient medzi RGR, RGR_A , NAR, CGR, primárnou produkciou a úhrnom zrážok a priemernou dennou teplotou za rastové obdobia medzi kosbami

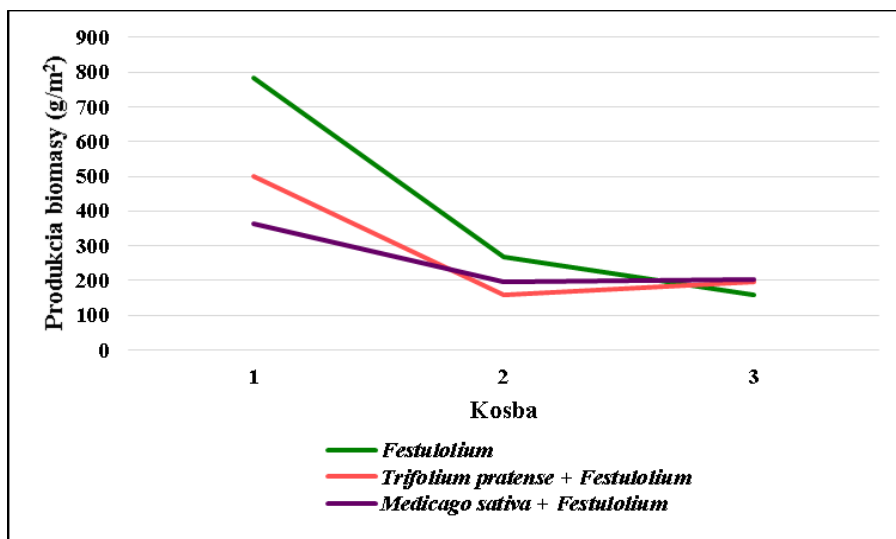
Parameter	Premenná	Variant					
		1		2		3	
		r	P	r	P	r	P
RGR	R [mm]	-0,77*	0,0143	-0,62	0,0717	-0,52	0,1827
	T [°C]	-0,94*	0,0002	-0,84*	0,0043	-0,78*	0,0210
RGR_A	R [mm]	-0,56	0,1148	-0,74	0,0220	-0,84	0,1009
	T [°C]	-0,47	0,1951	-0,92*	0,0004	-0,84*	0,0077
NAR	R [mm]	-0,84*	0,0043	-0,69*	0,0372	-0,62	0,0992
	T [°C]	-0,94*	0,0001	-0,85*	0,0030	-0,84*	0,0075
CGR	R [mm]	-0,60	0,0823	-0,43	0,268	-0,32	0,4303
	T [°C]	-0,89*	0,0046	-0,62*	0,0430	-0,62	0,0948
Primárna produkcia	R [mm]	-0,87*	0,0096	-0,63	0,1250	-0,52	0,7723
	T [°C]	-0,98*	0,0001	-0,90*	0,045	-0,69	0,7806

R – úhrn zrážok za rastové obdobie, T - priemerná denná teplota ovzdušia za rastové obdobie,

* - štatisticky preukazné pri hladine významnosti rozdielov pri $p < 0,05$



Obr. 1 Primárna produkcia sušiny u jednotlivých variantov



Obr. 2 Dynamika primárnej produkcie sušiny v kosbách u jednotlivých variantov

LITERATÚRA

- ILAVSKÁ, I., RATAJ, D., GÁBORČÍK N., GONDA Ľ. 2001: Vplyv minerálneho hnojenia na niektoré parametre rastovo-produkčného procesu. In Acta fytotechnica et zootechnica, č. 4, s. 5-9.
- KIZEKOVÁ, M. 2014 : Udržateľné systémy pestovania krmovín v podhorských oblastiach. Priebežná správa. Banská Bystrica : NPPC-VÚTPHP.26s.
- REICH, P.B., BUSCHENA, C., TJOELKER, M.G., WRAGE, K., KNOPS, J., TILMAN, D., MACHADO, J.L. 2003 : Variation in growth rate and ecophysiology among 34 grassland and savanna species under contrasting N supply: a test of functional group differences. In New Phytol, roč. 157, s. 617–631.
- SHEN, L., LI, Z., GUO, X. 2014 : Remote sensing of leaf area index (LAI) and a spatiotemporally parameterized model for mixed grasslands. In International Journal of Applied Science and Technology, roč. 4, č. 1, s. 46-61.
- ŠESTÁK, Z., ČATSKÝ, J. 1966 : Metody studia fotosyntetické produkce rostlin. Praha: Academia, 396s.
- TRIBOUILLOIS, H., FORT F., CRUZ, P., CHARLES, R., FLORES O. 2015. A functional characterisation of a wide range of cover crop species: growth and nitrogen acquisition rates, leaf traits and ecological strategies, In Plos One, DOI: 10.1371/journal.pone.0122156.

Adresa autorov:

Ing. Miriam Kizeková, PhD., Ing. Ľubica Jančová, Ing. Janka Martincová, PhD., Ing. Marian Jančová, PhD., Ing. Zuzana Dugátová, RNDr. Štefan Pollák, Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva, Mládežnícka 36, 974 21 Banská Bystrica, kizekova@vutphp.sk, <mailto:luba.jancova@vutphp.sk>, martincova@vutphp.sk, jancova@vutphp.sk, dugatova@vutphp.sk, pollak@vutphp.sk

Ing. Radoslava Kanianska, CSc., Univerzita Mateja Bela v Banskej Bystrici, Fakulta prírodných vied, Tajovského 40, 974 01 Banská Bystrica, Radoslava.Kanianska@umb.sk
 RNDr. Jarmila Makovniková, CSc., Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav pôdozvedectva a ochrany pôdy, Mládežnícka 36, 974 04 Banská Bystrica, j.makovnikova@vupop.sk

EKONOMICKÁ ANALÝZA PESTOVANIA VIACROČNÝCH KRMOVÍN NA VÝCHODOSLOVENSKEJ NÍŽINE

The economic analysis of perennial forage crops cultivation on the East Slovak Lowland

LADISLAV KOVÁČ – JANA JAKUBOVÁ – DANA KOTOROVÁ

Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav agroekológie Michalovce

In Milhostov, where experimental working place of NAFC – Agriculture Research Institute Michalovce is situated, the treatments with perennial forage crops were carried out on arable land. The experiments were observed three years. Three soil tillage technologies were examined (CT – conventional tillage, RT – reduce tillage, NT – no-tillage). The parameters of stand yields were evaluated. The costs for cultivation of model crops at different tillage technologies were observed and economy effectiveness was also calculated. The highest costs on level 775.68 € ha⁻¹ were determined in the 1st year at conventional tillage. At reduce tillage the costs decreased on 688.10 € ha⁻¹. At no-tillage technology the costs 600.21 € ha⁻¹ were the lowest. For the all model crops in 2nd and 3rd crop year the costs decreased on 468.68 € ha⁻¹. In the 1st crop year the profit was obtained only from alfalfa cultivation under reduce tillage and no-tillage technology. All other technology variants were losing. The highest yields for all species of model perennial forage crops achieved in the 2nd crop year. For all tillage technologies the most profitable was the alfalfa production (above 300 € ha⁻¹). In average the highest profit was achieved at reduce tillage and that's 372.32 € ha⁻¹. The profit of examined tillage technologies for clover and clover-grass mixtures cultivation was higher than 200 € per hectare. In the 3rd crop year, the highest profits were reached for clover-grass mixtures. The profit higher than 200 € ha⁻¹ was ascertained for conventional and reduce tillage technologies. The cultivation of alfalfa and red clover was also profitable. In all the cultivation of red clover was the least profitable and its profitability of costs per 1 hectare was lower than 6 %.

Key words: *perennial forage crops, soil tillage, costs, economic analysis*

ÚVOD

Viacročné krmoviny na ornej pôde (VRK) sú významným zdrojom kvalitného objemového krmiva. Pre potreby živočíšnej výroby je dôležité vyrobiť dostatočné množstvo objemového krmiva, v primeranej kvalite a čo najnižších výrobných nákladoch. Riešeniu problematiky viacročných krmovín v podmienkach Východoslovenskej nížiny bola dlhodobo venovaná veľká pozornosť. Hodnotili sa produkčné parametre rôznych druhov viacročných krmovín na ornej pôde (Kováč 2003, 2006, 2008, Jakubová, Kováč, Porvaz 2012, Kováč, Jakubová 2009). Riešila sa aj oblasť technológií zakladania viacročných krmovín na ťažkých pôdach (Kováč 2005, Kováč, Gejguš 2001).

Okrem produkčných a kvalitatívnych parametrov pri pestovaní viacročných krmovín sú dôležité aj nákladové položky a ekonomika celého pestovateľského postupu. Cieľom príspevku je preto analýza ekonomiky pestovania rôznych druhov viacročných krmovín pri rôznych spôsoboch obrábania pôdy.

MATERIÁL A METÓDA

Samotné pokusy s viacročnými krmovinami lucernou siatou, ďatelinou lúčnou a ďatelinotravnými miešankami boli založené na experimentálnom pracovisku v Milhostove na 3 úžitkové roky. Pôdy na pracovisku sú ťažké fluvizeme glejové. Sú charakterizované ako ťažké, ílovito-hlinité pôdy s priemerným obsahom ílovitých častíc vyšším ako 53 %. Pokusy sa založili pri každej viacročnej krmovine pri troch spôsoboch obrábania pôdy: KA – konvenčná agrotechnika, RA – redukovaná agrotechnika, PS – priama sejba do nespracovanej pôdy. Pri konvenčnej agrotechnike sa po zbere predplodiny jarného jačmeňa urobila podmieta a v jeseni hlboká orba. Na jar nasledovala predsejbová príprava pôdy a sejba. Pri redukovanej agrotechnike sa pred sejbou pôda pripravila 2 prejazdmi radličkového kypriča. Pri priamej sejbe sa sialo priamo do nepripravenej pôdy. Porasty sa zakladali na jar sejbou bez krycej plodiny. K analýze bola vybratá technológia klasickej výroby sena z VRK s kosením, obracávaním, zhrňovaním a zberom samozberacím vozom. Náklady sú hodnotené až po odvoz sena z parcely.

Na hodnotenie nákladov strojových súprav a pracovných operácií pri viacročných krmovinách sa využili normatívy podľa Kavku (2006) a podľa Abrhama et al. (2007) prepočítané do podmienok

ťažkých pôd Východoslovenskej nížiny. Celková produkcia bola vypočítaná na základe skutočne realizovanej produkcie a dohodnutej zmluvnej ceny.

Ekonomická efektívnosť pestovateľských technológií bola hodnotená podľa metodiky (Poláčková et al., 2010).

Výpočet ekonomickej efektívnosti:

$$\text{produkcia } [\text{€} \cdot \text{ha}^{-1}] = \text{úroda } [\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}] \times \text{realizačná cena } [\text{€} \cdot \text{t}^{-1}]$$

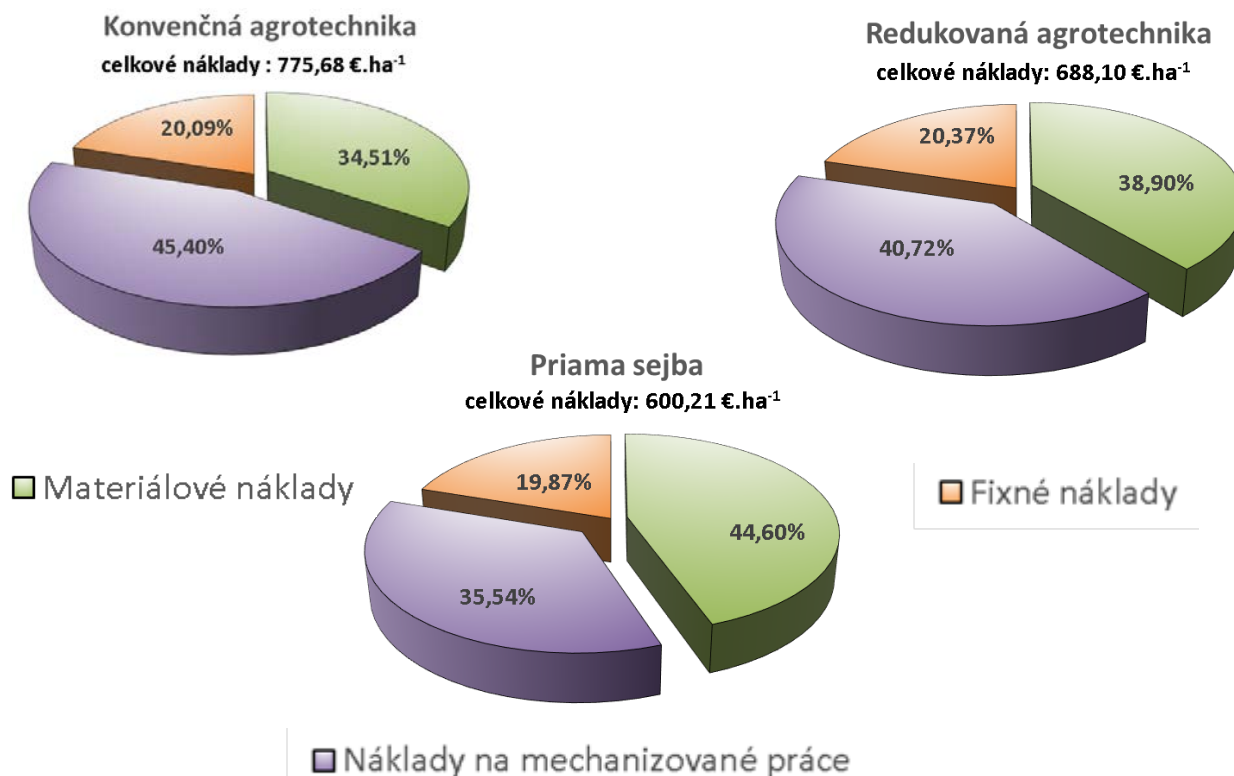
$$\text{zisk/strata } [\text{€} \cdot \text{ha}^{-1}] = \text{produkcia } [\text{€} \cdot \text{ha}^{-1}] - \text{náklady } [\text{€} \cdot \text{ha}^{-1}]$$

$$\text{miera rentability na ha (v \%)} = [\text{zisk/strata (v €} \cdot \text{ha}^{-1}) : \text{náklady (v €} \cdot \text{ha}^{-1})] \times 100$$

Do výpočtov ekonomickej efektívnosti sa započítali dotácie na plochu vo výške 200 €·ha⁻¹. Ekonomické hodnotenia vychádzajú z úrovne nákladov v roku 2015.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

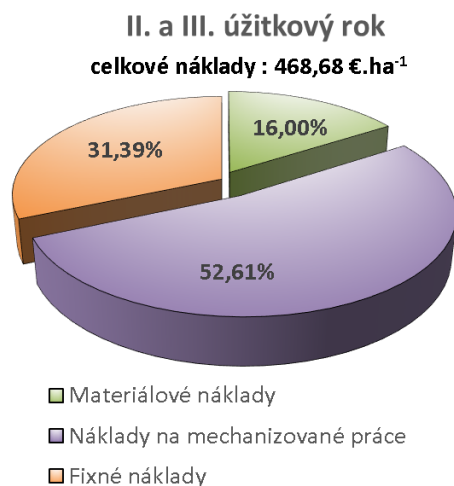
Najvyššie náklady na pestovanie VRK sú v roku sejby. Na obrázkoch 1 a 2 sú analyzované náklady na pestovanie VRK v úžitkových rokoch a pri rôznej predsejbovej príprave pôdy. Náklady sa nehodnotili podľa jednotlivých druhov VRK, lebo v ich nákladových položkách boli len nepatrné rozdiely. V prvom úžitkovom roku boli najvyššie náklady pri zakladaní VRK konvenčnou technológiou. Konvenčná agrotechnika je nákladovo náročná, čo súvisí najmä s nákladmi na orbu a následnú predsejbovú prípravu pôdy. Celkové náklady na zakladanie VRK touto technológiou sú vo výške 775,68 v €·ha⁻¹. Z toho 45,40 % predstavujú náklady na mechanizované práce a 34,51 % sú materiálové náklady. Redukovaním operácií a vynechaním orby sa ušetrí 87,58 €·ha⁻¹. Pri redukovanej agrotechnike sú teda celkové náklady 688,10 €·ha⁻¹.



Obr. 1 Štruktúra celkových nákladov na pestovanie VRK v I. úžitkovom roku

Podiel nákladov na mechanizované práce sa pri tejto technológii znižuje na 40,72 %. Pri priamej sejbe VRK do nespracovanej pôdy sa celkové náklady znížili na 600,21 €·ha⁻¹. Najvyšší podiel na týchto nákladoch tvoria materiálové náklady 44,60 %. Podiel nákladov na mechanizované práce sa znížil na 35,53 %.

V druhom a treťom úžitkovom roku pestovania VRK v nákladových položkách medzi technológiami zakladania porastov nie sú rozdiely. V daných rokoch sa realizuje len prihnojovanie, kosenie, obracanie, a zber VRK. Celkové náklady sa znížili na 468,68 €·ha⁻¹. Výrazne sa znížili materiálové náklady, ktoré pozostávali už len z nákladov na minerálne hnojivá. Ich podiel klesol na 16 % celkových nákladov. Náklady na mechanizované práce tvorili 52,52 % celkových nákladov.



Obr. 2 Štruktúra celkových nákladov na pestovanie VRK v II. a III. úžitkovom roku

Tab. 1. Ekonomické hodnotenie VRK v úžitkových rokoch

Úž. rok	Ukazovateľ	Jednot-ka	KA	RA	PS	KA	RA	PS	KA	RA	PS
			Lucerna siata			Ďatelina lúčna			Ďatelinotrávna miešanka		
I.	Úroda	[t·ha ⁻¹]	9,50	10,30	9,70	6,60	6,80	6,20	6,68	7,33	7,15
	Celková produkcia	[t·ha ⁻¹]	475,00	515,00	485,00	330,00	340,00	310,00	334,00	366,50	357,50
	Výsledok hospodárenia	[t·ha ⁻¹]	-100,68	26,90	84,79	-245,68	-148,10	-90,21	-241,68	-121,60	-42,71
	Rentabilita na ha	[%]	-12,98	3,91	14,13	-31,67	-21,52	-15,03	-31,16	-17,67	-7,12
II.	Úroda	[t·ha ⁻¹]	12,55	12,82	11,64	9,84	10,64	9,72	10,43	10,18	10,50
	Celková produkcia	[€·ha ⁻¹]	627,50	641,00	582,00	492,00	532,00	486,00	521,50	509,00	525,00
	Výsledok hospodárenia	[€·ha ⁻¹]	358,82	372,32	313,32	223,32	263,32	217,32	252,82	240,32	256,32
	Rentabilita na ha	[%]	76,56	79,44	66,85	47,65	56,18	46,37	53,94	51,28	54,69
III.	Úroda	[t·ha ⁻¹]	8,57	8,99	8,44	5,70	5,73	5,92	10,15	9,74	9,28
	Celková produkcia	[€·ha ⁻¹]	428,50	449,50	422,00	285,00	286,50	296,00	507,50	487,00	464,00
	Výsledok hospodárenia	[€·ha ⁻¹]	159,82	180,82	153,32	16,32	17,82	27,32	238,82	218,32	195,32
	Rentabilita na ha	[%]	34,10	38,58	32,71	3,48	3,80	5,83	50,96	46,58	41,68

* - pri realizačnej cene sena 50.-€·t⁻¹ a dotáciách na plochu 200.-€ KA – konvenčná agrotechnika, RA – redukovaná agrotechnika, PS – priama sejba

Pri ekonomickom hodnotení VRK (Tab.1.) sa vychádzalo z úrod dosiahnutých v pokusoch na ťažkých pôdach, a realizačnej cene sena 50 €·ha⁻¹. Výsledok hospodárenia v prvom roku ovplyvnilo započítanie dotácií na plochu vo výške 200 €·ha⁻¹. Po započítaní dotácií bolo ziskové len pestovanie lucerny sietej redukovanou agrotechnikou a priamou sejbou. Pri pestovaní konvenčnou agrotechnikou bola lucerna siata stratová vo výške 100,68 €·ha⁻¹. Pestovanie ďateliny lúčnej a ďatelinotravných miešaniek bolo pri úrodách dosiahnutých v pokuse stratové. Najnižšia záporná hektárová rentabilita sa dosiahla pri konvenčnom pestovaní ďateliny lúčnej a ďatelinotravných miešaniek a to nad -31 %.

Najvyššie úrody sa pri všetkých druhoch VRK dosiahli v druhom úžitkovom roku. Pri všetkých technológiách bolo najziskovejšie pestovanie lucerny sietej (nad 300 €·ha⁻¹). Najvyšší zisk sa dosiahol pri redukovanej agrotechnike a to 372,32 €·ha⁻¹. Zisk jednotlivých technológií pestovania ďateliny a ďatelinotravných miešaniek prevyšoval 200 € z hektára, čo znamená, že ich pestovanie by bolo ziskové aj bez dotácií. Najvyššia rentabilita na hektár sa dosiahla pri redukovanom variante lucerny sietej 79,44 % a najnižšia na variante priamej sejby pri ďateline lúčnej.

V treťom úžitkovom roku sa najvyššie zisky dosiahli pri d'atelinotravných miešankách. Pri konvenčnej a redukovanej agrotechnike tu zisk presiahol 200 €·ha⁻¹ a tieto varianty by boli ziskové aj bez dotácií. Ostatné varianty boli ziskové len vďaka započítaniu dotácií. Najmenej rentabilné bolo pestovanie d'ateliny lúčnej, pri ktorej bola hektárová rentabilita nižšia ako 6 %.

ZÁVERY

- Celkové náklady pri konvenčnej agrotechnike pestovania VRK boli 775,68 €·ha⁻¹. Redukovaním obrábania pôdy sa znížili na 688,10 €·ha⁻¹ a pri priamej sejbe na 600,21 €·ha⁻¹.
- Z celkových nákladov sa podiel nákladov na mechanizované práce sa znižoval od konvenčnej agrotechniky k priamej sejbe od 45,39 % po 35,53 %.
- V prvom úžitkovom roku bolo vďaka **dotáciám** ziskové len pestovanie lucerney sietej zakladanej redukovanou agrotechnikou a priamou sejbou, ostatné varianty boli v strate.
- V druhom úžitkovom roku sa pri vysokých úrodách najvyšší zisk dosiahol pri lucerney sietej a presahoval 300 €·ha⁻¹. Najrentabilnejší bol variant s redukovanou prípravou pôdy 79,44 %.
- V treťom úžitkovom roku sa najvyššie úrody dosiahli pri d'atelinotravných miešankách. D'atelinotravné miešanky boli aj najziskovejšie pri všetkých troch technológiách pestovania, s hektárovou rentabilitou prevyšujúcou 41 %.

Podakovanie:

Táto práca bola podporovaná Agentúrou pre podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. APVV-0163-11 a APVV-SK-HU-2013-0010.

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
- JAKUBOVÁ, J. – KOVÁČ, L. – PORVAZ, P.: An impact of rainfall on to yield of clover-grass mixtures dry mass from a first mowing. In: Ecosystems and their functions. Banská Bystrica, 2012, pp. 149-155. ISBN 978-80-89417-40-7
- KAVKA, M.: Normativy zemědělských výrobních technologií. Praha : ÚZPI, 2006. 376 s. ISBN 80-7271-164-4
- KOVÁČ, L.: Úrodové parametre odrôd d'atelinovín na ťažkých fluvizemiach glejových. In: Zborník vedeckých prác OVÚA v Michalovciach. Michalovce : OVÚA, 2003, s. 137-146. ISBN 80-969049-4-9
- KOVÁČ, L.: Zakladanie viacročných krmovín na VSN minimalizačnými technológiami. In: Realizáciou poznatkov vedy a výskumu k trvalo udržateľnému poľnohospodárstvu. Zborník referátov z vedeckej konferencie s medzinárodnou účasťou. Michalovce: VÚRV - Ústav agroekológie, 2005, s. 383-384.
- KOVÁČ, L.: Využitie tráv v d'atelinotravných miešankách na ťažkých pôdach. In: Podtatranské pažite : zborník referátov zo sympózia a vedeckej konferencie s medzinárodnou účasťou. - Nitra; Levočské Lúky : SPU; ŠS, 2006. - ISBN 80-8069-721-3. - s. 170-173.
- KOVÁČ, L.: Vhodnosť odrôd d'atelinovín do suchých podmienok Východoslovenskej nížiny = The suitability of clover plants varieties into dry conditions of the East Slovak Lowland. In: Nové poznatky z genetiky a šľachtenia poľnohospodárskych rastlín : zborník z vedeckej konferencie. - Piešťany : SCPV-VÚRV, 2008. – ISBN 978-80-88872-88-7. - s. 130-131.
- KOVÁČ, L. – GEJGUŠ, J. : Možnosti bezorbovej sejby d'atelinotravných miešaniek na fluvizemi glejovej a ich vplyv na obsah PDI. In: Aktuální poznatky v oblasti jakosti zemědělské a potravinářské produkce. Výzkumný ústav pícninářsky, s. r. o. Troubsko, 2001, s. 129-133. ISBN 80-902436-6-5.
- KOVÁČ, L. – JAKUBOVÁ, J.: Vplyv agroklimatických podmienok Východoslovenskej nížiny na úrodu sušiny d'atelinovín. In: Vliv abiotických a biotických stresorů na vlastnosti rostlin 2009 : sborník příspěvků . – Praha : VÚRV, 2009. - ISBN 978-80-87011-91-1. - s. 229-232.
- 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

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

INDEX

Babulicová, M.	29	Smetanová, M.	12
Barančíková, G.	17, 73	Szlováková, T.	45
Bezák, P.	17	Šimanský, V.	45, 69
Bojnanská, K.	55	Takáč, J.	17
Bušo, R.	21, 35	Tarasovičová, Z.	17, 73
Candráková, E.	49	Vargová, V.	86
Čunderlík, J.	78	Vilček, J.	17
Dugátová, Z.	90	Žembery, J.	39
Dukátová, Z.	82	Žofajová, A.	55
Gubiš, J.	55	Žúži, B.	61
Gubišová, M.	55		
Halas, J.	17, 73		
Halmo, S.	45		
Hanáčková, E.	39		
Hašana, R.	21, 35, 61		
Hlišnikovský, L.	7		
Hrčková, K.	21, 61		
Chlpík, J.	45, 69		
Jakubová, J.	94		
Jančová, E.	86, 90		
Jančová, M.	82, 90		
Kanianska, R.	90		
Kizeková, M.	82		
Koco, Š.	73		
Kotorová, D.	94		
Kováč, L.	94		
Kováčiková, Z.	86		
Kunzová, E.	7		
Makovníková, J.	90		
Malovcová, E.	65		
Martincová, J.	82, 90		
Michalec, M.	86		
Pollák, Š.	82, 90		
Polláková, N.	45, 69		
Sekerková, M.	65		
Skalský, R.	17, 73		

Názov: **Pestovateľské technológie a ich význam pre prax.
Zborník zo 6. vedeckej konferencie s medzinárodnou účasťou.**

Autori: Kolektív

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

Recenzenti: doc. Ing. Jan Horáček, CSc., Ing. Severín Kubinec, CSc.

Technický redaktor: Jarmila Poništová

Vydanie: prvé

Vydavateľ: Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav
rastlinnej výroby, Bratislavská cesta 122, 921 68 Piešťany

Rok vydania: 2015

Počet strán: 99 strán

Tlač: NPPC – VÚRV

Formát: A4

Náklad: 24 ks

Nepredajné/Určené pre vlastnú potrebu

ISBN 978-80-89417-66-7



9 788089 417667