



NÁRODNÉ POĽNOHOSPODÁRSKE
A POTRAVINÁRSKE CENTRUM
VÝSKUMNÝ ÚSTAV RASTLINNEJ
VÝROBY



NPPC – Výskumný ústav rastlinnej výroby Piešťany, 2016

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

Pestovateľské technológie a ich význam pre prax

Zborník zo 7. vedeckej konferencie s medzinárodnou účasťou
Piešťany, 1. decembra 2016

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

Autor: Kolektív

Názov: Pestovateľské technológie a ich význam pre prax

Zborník zo 7. vedeckej konferencie s medzinárodnou účasťou, Piešťany, 1.12. 2016

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

Recenzenti: Ing. Radoslav Bujnovský, CSc.
doc. Ing. Eva Candráková, PhD.

© Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav rastlinnej výroby

ISBN 978-80-89417-72-8

OBSAH

Pestovanie strukovín na Slovensku a v Čechách, výhody ich pestovania v rámci trvalo udržateľného rozvoja

HAŠANA, R.: Vývojové trendy v pestovaní strukovín v Slovenskej republike.....	8
DOSTÁLOVÁ, R.: Aktuální situace v pěstování, šlechtění a užití luskovín v České republice.....	14
HUŇADY, I. – SEIDENGLANZ, M.: Luskovino-obilní směsky v ekologickém zemědělství.....	17
HANÁČKOVÁ, E.: Vplyv rozdielnych technológií pestovania hrachu siateho na úrodu semena a bilanciu živín.....	22
CANDRÁKOVÁ, E.: Látkové zloženie semien vybraných strukovín v závislosti od podmienok pestovania.....	29
BUŠO, R. – HAŠANA, R.: Pestovanie sóje fazuľovej na Slovensku a v pokusoch NPPC-VÚRV Piešťany.....	35

Regulácia výšky a kvality úrod plodín v konkrétnych pôdno-klimatických podmienkach

BABULICOVÁ, M.: Vplyv hnojenia a odrody na produkčnú schopnosť pšenice letnej f. ozimnej pri jej opakovanom pestovaní.....	41
CANDRÁKOVÁ, E. – HANÁČKOVÁ, E.: Formovanie úrody a kvality zrna jačmeňa siateho jarného v závislosti od skúmaných faktorov.....	48
MACÁK, M. – HABÁN, M. – ANDREJČÍKOVÁ, M.: Predplodinová hodnota repy cukrovej z pohľadu výšky úrod jačmeňa siateho jarného.....	54
MALOVCOVÁ, Ľ. – SEKERKOVÁ, M. – LANČARIČOVÁ, A.: Rozdiely v kvalitatívnych a kvantitatívnych parametroch kapusty repkovej pravej formy ozimnej v závislosti od fungicídneho ošetrenia, odrody a poveternostných pomerov.....	58
ERNST, D. – ČERNÝ, I.: Zvýšenie úrody nažiek a obsahu oleja v nažkách slnečnice ročnej prostredníctvom biostimulácie.....	63
KOVÁČ, L. – JAKUBOVÁ, J. – KOTOROVÁ, D. – HECL, J.: Ekonomická analýza pestovania prosa siateho (<i>Panicum miliaceum</i> L.).....	66
NOVÁK, J.: Elektrické vlastnosti pohánky.....	71
KUBÍK, Ľ.: Mechanické parametre kvality jablkového pletiva.....	75

Aktuálne poznatky týkajúce sa pestovania a kvality netradičných plodín

LACKO-BARTOŠOVÁ, M. - LACKO-BARTOŠOVÁ, L.: Nutričná kvalita netradičných cereálií...	81
LACKO-BARTOŠOVÁ, M. – LEVÁKOVÁ, Ľ.: Obsah fenolov a karotenoidov vybraných odrôd netradičných cereálií.....	85
ČURNÁ, V. – LACKO-BARTOŠOVÁ, M.: Technologická kvalita vybraných odrôd pšenice dvojzrnovej pestovanej v ekologickom poľnohospodárstve.....	89
HABÁN, M. – LUŠČÁKOVÁ, D. – HABÁNOVÁ, M. – MACÁK, M.: Kvalita nažiek pestreca mariánskeho (<i>Silybum marianum</i> /L./ GAERTN.) pestovaného v agroekologických podmienkach Dolnej Malanty.....	93
ŽOFAJOVÁ, A. – BOJNANSKÁ, K. – GUBIŠOVÁ, M. – GUBIŠ, J.: Pestovanie sidy obojpohlavnej.....	98

Fyzikálne, chemické a biologické vlastnosti pôdy v rôznych pestovateľských systémoch

ŽEMBERY, J.: Zmeny vlhkosti pôdy a úrody zrna kukurice siatej v závislosti od poveternostných podmienok, obrábania pôdy v interakcii s hnojením.....	101
KOTOROVÁ, D. - KOVÁČ, L. – JAKUBOVÁ, J.: Zásoba vody v pôdnom profile pri rozdielnom obrábaní.....	107
HRČKOVÁ, K. – MATUŠEK, I. – JURAŠKA, M. – GUBIŠ, J. – BUŠO, R. – HAŠANA, R.: Využitie lyzimetrov v monitoringu vyplavovania dusíka pri rôznych spôsoboch obrábania pôdy.....	113
ŠVANČÁRKOVÁ, M. – BABULICOVÁ, M.: Vplyv hnojenia na chemické a mikrobiologické vlastnosti pôdy v dlhodobom poľnom pokuse s opakovaným pestovaním pšenice letnej f. ozimnej....	117

Trávne ekosystémy v rôznych podmienkach Slovenska

ČUNDERLÍK, J. – KIZEKOVÁ, M. – DUGÁTOVÁ, Z. – JANČOVÁ, E.: Produkcia koreňovej biomasy v trávnom ekosystéme v rôznych podmienkach Slovenska.....	122
VARGOVÁ, V. – JANČOVÁ, E.: Floristické zhodnotenie trávneho porastu lokalít hromadného výskytu borievok (<i>Juniperus communis</i> L.).....	126

PREDSLOV

Pracovníci Národného poľnohospodárskeho a potravinárskeho centra – Výskumného ústavu rastlinnej výroby – Oddelenia pestovateľských systémov v Piešťanoch usporiadali siedmu vedeckú konferenciu s medzinárodnou účasťou „PESTOVATEĽSKÉ TECHNOLOGIE A ICH VÝZNAM PRE PRAX“ dňa 1.XII.2016.

V Medzinárodnom roku strukovín sme sa snažili dať väčší priestor strukovinám. Zhodnotili sme pestovanie strukovín na Slovensku a v Českej republike. Prednášky boli venované pestovateľskej technológii sóji fazuľovej, hrachu siateho, strukovino-obilných zmesí a kvalitatívnym parametrom strukovín. Na konferencii nechýbali ani príspevky venujúce sa obilninám, olejninám, cukrovej repe, kukurici, netradičným plodinám a trávny ekosystémom. Príspevky zahŕňali i problematiku pôdnych vlastností a využívania lyzimetrov v monitoringu vyplavovania dusíka pri rôznych spôsoboch obrábania pôdy. Uvedené príspevky v zborníku posúdili dvaja recenzenti: Ing. Radoslav Bujnovský, CSc. (VÚVH Bratislava) a doc. Ing. Eva Candráková, PhD. (SPU Nitra).

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

VÝVOJOVÉ TRENDY V PESTOVANÍ STRUKOVÍN V SLOVENSKEJ REPUBLIKE Development trends in cultivation of leguminous in the Slovak Republic

ROMAN HAŠANA – IVANA BEZÁKOVÁ – RASTISLAV BUŠO

Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav rastlinnej výroby

In the paper the data from the databases of the Statistical Office of the Slovak Republic, Eurostat databases and the Situation and Outlook Reports prepared by the National Agricultural and Food Centre – Research Institute of Agriculture and Food Economics for pulses commodity were processed. It shows clearly that in the Slovak Republic there was a reduction in cropping structure in crop rotation due to changes after 1990. Legumes growing, which has the positive effect on soil and soil surroundings, as well as on next crops growing in crops rotations, was reduced expressively. In the last years the situation has been gradually improved by the influence of new principles of the Common Agricultural Policy of the European Union. We observe the opposite trend in soya bean cropping. Since 2010 its growing area has been increased much more significantly.

Key words: *legumes, pea, soybean, land area, production, yield*

ÚVOD

Rozvoj produkčne výkonného pôdohospodárstva, zabezpečujúceho hospodárne využívanie poľnohospodárskeho pôdneho fondu krajiny, dostatočnú produkčnú schopnosť poľnohospodárstva Slovenskej republiky v základných potravinách, potravinovú bezpečnosť a dostupnosť pre obyvateľstvo, ako aj zabezpečenie trvalo udržateľného obhospodarovania lesov je nosným štátnym záujmom.

Štrukturálna skladba a správny výber plodín v rámci osevných postupov je najúčinnjším agrotechnickým opatrením, ktoré nezvyšuje náklady na výrobu, naopak zvyšuje produkciu pri optimálnom využití prírodných podmienok. Na čo sa v ostatných rokoch zabúdalo bol fakt, že skladba plodín, osevných postupov musí byť určitým kompromisom medzi stanovištnými a ekonomickými podmienkami podniku, pri plnení podmienok ekologizácie výroby, ale predovšetkým z dôvodu udržateľnosti pôdnej úrodnosti, pestrosti a stability agroekosystému.

Po roku 1989 bola rastlinná výroba výrazne reštrukturalizovaná a postupne sa výrazne zužovala skladba pestovaných plodín. Zastúpenie plodín v osevných postupoch bolo, ale naďalej aj zostáva primárne ovplyvňované podmienkami trhu a až následne pôdno-klimatickými podmienkami, ktoré by naopak mali byť z pohľadu skladby plodín najdôležitejšie.

Od roku 1990 postupne dochádzalo teda k výraznej zmene v štruktúre plodín, o čom vypovedajú aj hodnotenia, ktoré sú predmetom tohto príspevku.

Pestovanie strukovín na zrna má na Slovensku dlhodobú tradíciu. Z hlavných strukovín sa pestuje hrach, fazuľa, šošovica, cicer, bôb, vika, lupina, peluška. Väčšina uvedených druhov má použitie v potravinárstve a v krmivárstve, kde sa používajú formou zrna alebo zelenej hmoty. Vysievajú sa aj formou strukovinoobilných miešaniiek.

Pestovanie strukovín a ich zaraďovanie do osevných postupov je významné z viacerých agronomických hľadísk ako je:

- schopnosť viazať vzdušný dusík prostredníctvom hrčkotvorných baktérií, čím pokrývajú takmer všetku svoju potrebu N a obohacujú pôdu o dusík aj pre následné plodiny,
- mohutnosť koreňového systému s priaznivým vplyvom na pôdu (zlepšovanie pôdnej štruktúry a fyzikálnych vlastností pôdy),
- pozitívny vplyv na obsah a kvalitu humusu v pôde (kvalita pozberových zvyškov),
- pozitívny vplyv na potláčanie burín (zatiernením pôdy vo vyšších vegetačných fázach),
- schopnosť využívania živín aj z menej prístupných foriem a z väčšieho profilu pôdy (rozširujú kolobeh živín),
- vysoká predplodínová hodnota, najmä pre obilniny (v osevných postupoch predstavujú významný prerušovač s potrebnými fyto-sanitárnymi účinkami).

Okrem spomínaných výhod však predstavuje zaraďovanie strukovín v osevných postupoch z pohľadu pestovateľských systémov aj isté riziká, medzi ktoré patria úrodná nestabilita (výrazná závislosť od ročníka, t.j. výrazný vplyv poveternostných podmienok), nižšia odolnosť voči škodlivým činiteľom (choroby a škodcovia), malá kompenzačná schopnosť (výraznejší vplyv nedostatkov spôsobených agrotechnikou), poliehavosť niektorých druhov (komplikovaný zber), vyššia pukavosť strukov, vyššia náchylnosť k poškodzovaniu semien pri zbere úrody a pozberovej úprave, dlhšia vegetačná doba niektorých druhov (bôb, sója), nižšia odolnosť voči chladu (fazuľa, sója) a pomalý počiatkový rast (problémy so zaburinenosťou porastov na začiatku vegetácie).

Strukoviny predstavujú dôležitú zložku vo výžive ľudí, ale rovnako sú veľmi dôležitým komponentom v kŕmnych dávkach hospodárskych zvierat, a to predovšetkým preto, že sú významným zdrojom sacharidov a hlavne vlákniny. Denná dávka vlákniny by mala byť približne 30g, nakoľko vláknina znižuje hladinu cholesterolu v krvi a vďaka glukózovému metabolizmu podporuje rast priaznivej mikroflóry hrubého čreva a pôsobí preventívne proti zápche. Strukoviny majú tiež nízky glykemický index, t.j. postupne a pozvoľne zvyšujú hladinu cukru v krvi, čo má význam pri prevencii cukrovky alebo pri redukcii hmotnosti. Strukoviny sú aj významným zdrojom bielkovín. Ich obsah v jednotlivých druhoch je rozdielny, pričom najbohatšia na bielkoviny je sója, ktorá obsahuje vo varenom stave 17 g/100 g, šošovica, hrach a fazuľa obsahujú 8-9 g. Okrem toho sú strukoviny, hlavne sója, zdrojom tukov (sója až 9 % vo varenom stave, ostatné druhy obsahujú v zrne menej ako 1 % tukov). Významný je aj obsah minerálnych látok a stopových prvkov (zinok, meď, železo, vápnik, draslík, horčík, fosfor atď.) a tiež vitamínov (predovšetkým vitamínov skupiny B).

Odborníci odporúčajú skonzumovať na osobu za rok 3,8 – 5,0 kg, ale na Slovensku nedosahujeme v súčasnosti ani 2 kg. V Európe sa spotrebuje 3,5 kg na človeka za rok a celosvetový priemer je 7 kg na osobu za rok.

MATERIÁL A METÓDY

Príspevok je vypracovaný z podkladov získaných z údajov zo štatistického úradu Slovenskej republiky, štatistických databáz EUROSTATu, situačných a výhľadových správ za komoditu strukoviny publikovaných NPPC – VÚEPP, doplnený popisom a vyhodnotením situácie v pestovaní strukovín a ich vybraných konkrétnych druhov na Slovensku v dlhodobejšom časovom slede.

VÝSLEDKY

Napriek ich prednostiam z hľadiska humánnej výživy a výživy hospodárskych zvierat ako aj zvyšovania pôdnej úrodnosti sa strukoviny v posledných rokoch dostávajú na okraj záujmu pestovateľov a možno ich zaradiť do skupiny minoritných plodín.

Tabuľka 1. Výmera plôch strukovín v SR v rokoch 1970 – 2015

Plodina	Výmera (priemer za dekádu) v ha					Pomer obdobia (2010-2015) k dekádam v %			
	1970-1979	1980-1989	1990-1999	2000-2009	2010-2015	1970-1979	1980-1989	1990-1999	2000-2009
Hrach siaty	3 687	21 675	35 022	5 465	4 868	32,0	-77,5	-86,1	-10,9
Fazuľa jedlá	2 510	2 951	2 105	683	124	-95,1	-95,8	-94,1	-81,8
Šošovica	732	4 228	1 610	645	490	-33,1	-88,4	-69,6	-24,1
Struk. jedlé spolu	6 928	28 851	38 766	6 823	3 999	-42,3	-86,1	-89,7	-41,4
Struk. kŕmne spolu	15 634	12 390	8 256	7 234	3 944	-74,8	-68,2	-52,2	-45,5
Struk. na zrno spolu	22 562	41 241	47 022	14 058	7 943	-64,8	-80,7	-83,1	-43,5

V tabuľke 1 sú uvedené plochy strukovín a jednotlivých druhov za dekády od roku 1970 a porovnanie s výmerami plôch z posledného obdobia rokov (2010 – 2015). Na základe získaných údajov možno konštatovať, že s výnimkou hrachu siateho v porovnaní s dekádom rokov 1970 – 1979, pri všetkých ostatných komoditách ich plochy klesali. Najvyššia výmera strukovín na ornej pôde bola v rokoch 1990 – 1999 (predovšetkým na začiatku tejto dekády). Oproti tomuto obdobiu poklesla výmera strukovín na zrno v ostatných rokoch až o 83 %. Výrazne v porovnaní s týmto obdobím poklesli plochy hrachu (86 %) a jedlých strukovín spolu až o 90 %. Plochy fazule a šošovice najvýraznejšie poklesli v porovnaní s obdobím rokov osemdesiatych, až o 96 resp. 88 %. Pri kŕmnych

strukovínach sa plochy najvýraznejšie zredukovali v porovnaní s obdobím rokov 1970 – 1979, a to o 75 %.

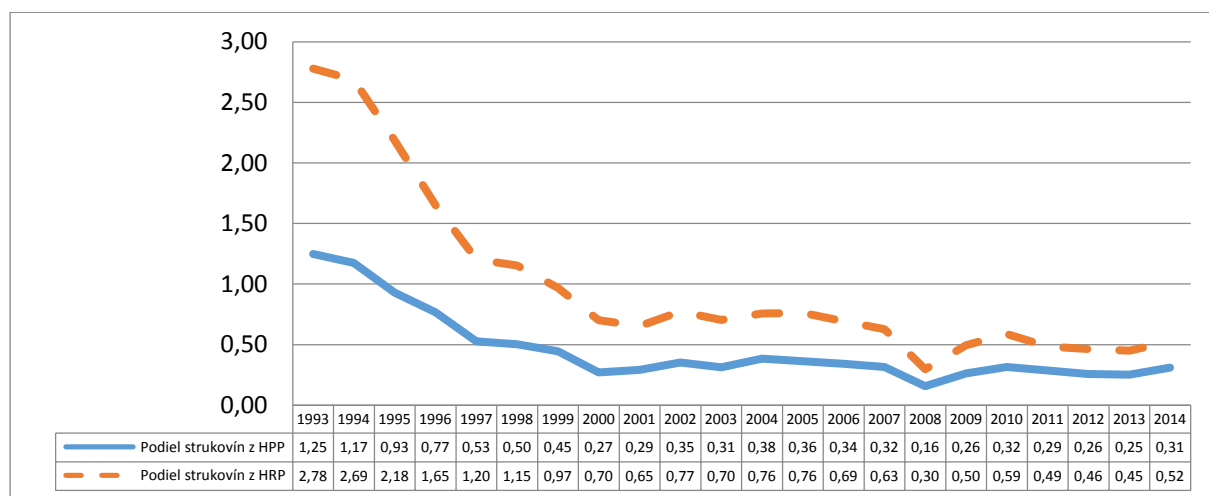
Ako vyplýva z tabuľky 2, jedine s výnimkou obilnín, ktorých výmera počas sledovaného obdobia sa viac-menej vyvíjala kontinuálne a v prípade olejníň s výrazným nárastom plôch, predovšetkým po roku 1990, pri ostatných skupinách plodín dochádzalo po roku 1990 k výraznej redukcii osiatych plôch týmito komoditami. Podiel strukovín na výmere ornej pôdy sa postupne od roku 1970 (0,9 %) zvyšoval až do roku 1995, kedy dosiahol úroveň 3,4 %. Následne začali plochy výrazne klesať. Najnižší podiel sme zaznamenali v roku 2013 až na úroveň 0,37 % z výmery ornej pôdy. Treba podotknúť, že v tabuľke je sója fazuľová zaradená v skupine olejníň, tak ako to eviduje Štatistický úrad SR, napriek tomu, že sója sa z botanického i morfológického hľadiska zaraďuje medzi strukoviny.

Po rokoch totálnej stagnácie, kedy sa strukoviny dostali do tzv. minoritných plodín, sa v od roku 2015 podarilo dosiahnuť určitý pozitívny obrat. Pripisujeme to okrem iného aj k začiatku uplatňovania novej spoločnej poľnohospodárskej politiky (SPP) v rámci EÚ a jej aplikácie na naše podmienky. Cieľom je podstatné zvýšenie plôch leguminóz (strukoviny a ďateľinoviny) v záujme zvýšenia pôdnej úrodnosti, vyváženosti vo využívaní poľnohospodárskej pôdy vrátane systému starostlivosti o krajinu. Zvlášť pozitívnu úlohu zohráva v tomto smere tzv. greening (ozeleňovanie). Preto od roku 2014 môžeme pozorovať mierny nárast plôch strukovín, hlavne hrachu siateho a výrazný nárast plôch sóje fazuľovej. Pri ostatných druhoch strukovín zatiaľ tento trend nepozorujeme.

Tabuľka 2. Výmera vybraných skupín poľných plodín a ich podiel na celkovej výmere ornej pôdy (%)

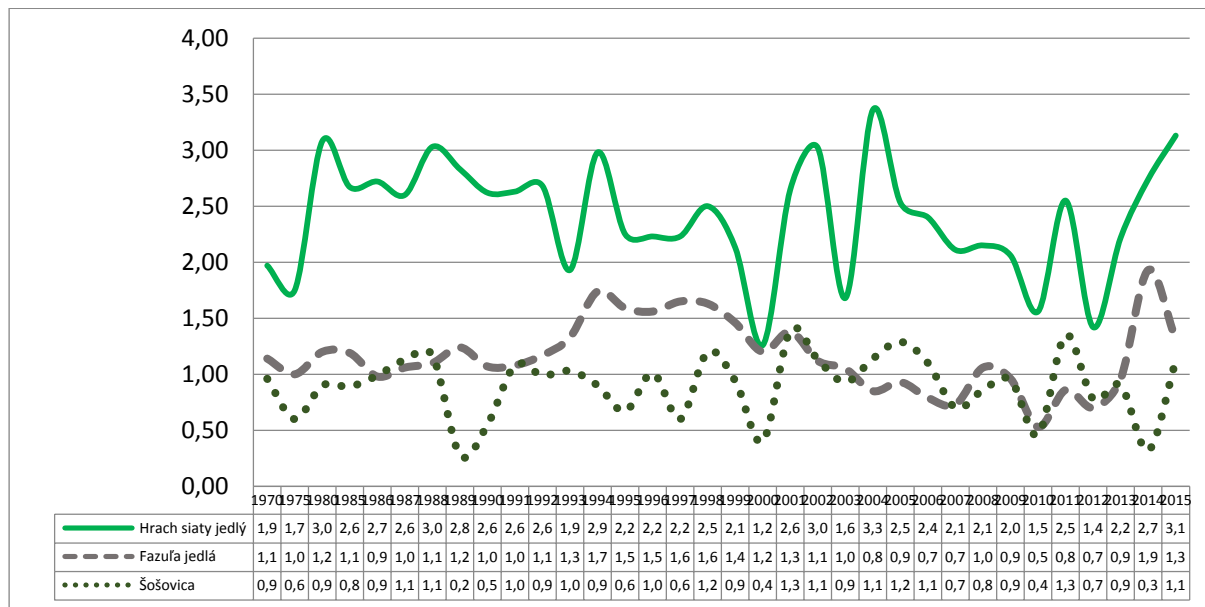
Ukazovateľ	1970	1980	1990	1995	2000	2005	2010	2015
Výmera ornej pôdy*	1683	1516	1510	1479	1450	1357	1354	1350
Obilniny	Výmera*	899	832	776	848	812	795	749
	Podiel (%)	53,4	54,9	51,4	57,3	56,0	58,6	55,5
Olejníny	Výmera*	16	52	71	124	174	214	244
	Podiel (%)	1,0	3,4	4,7	8,4	12,0	15,7	18,1
Strukoviny	Výmera*	16	36	45	50	19	16	10
	Podiel (%)	0,9	2,4	3,0	3,4	1,3	1,2	0,7
Okopaniny	Výmera*	108	184	158	108	90	86	51
	Podiel (%)	6,4	12,1	10,4	7,3	6,2	6,3	3,5
Jednor. krmoviny	Výmera*	159	215	278	184	148	106	92
	Podiel (%)	9,5	14,1	18,4	12,4	10,2	7,8	6,8
Viacr. krmoviny	Výmera*	340	205	190	163	151	126	141
	Podiel (%)	20,2	13,5	12,6	11,0	10,4	9,3	11,9

*výmera uvádzaná v tis. ha



Obrázok 1. Podiel strukovín na hrubej poľnohospodárskej a hrubej rastlinnej produkcii v rokoch 1993-2014

Obrázok 1 dokumentuje podiel strukovín na hrubej poľnohospodárskej a hrubej rastlinnej produkcii od roku 1993. Zrejmý je výrazný prepád ich podielu po roku 1993. Kým v tomto roku sa podieľali strukoviny na hrubej poľnohospodárskej produkcii na úrovni 1,25 % a hrubej rastlinnej produkcii na úrovni 2,78 %, postupne ich podiel klesal k minimu v roku 2008 pri hrubej poľnohospodárskej produkcii 0,16 % a pri hrubej rastlinnej produkcii 0,30 %. V ďalších rokoch sme zaznamenali kolísavý priebeh podielu s pomalým nárastom od roku 2014.



Obrázok 2. Úrody hrachu siateho, fazule a šošovice v rokoch 1970 – 2015

Graf úrod hrachu, šošovice a fazule (obrázok 2) dokumentuje jedno z negatív zaradovania strukovín do osevných postupov, ich výraznú kolísavosť a výraznú ovplyvniteľnosť predovšetkým poveternostnými podmienkami ročníka. Úrody počas sledovaného obdobia pri týchto plodinách kolísali. Z grafu pozorujeme ich postupný nárast v osemdesiatych rokoch v porovnaní s obdobím rokov 1970 – 1975. Od tohto obdobia sa ale výraznejšie nezvyšovali. Istý pokles úrod v priebehu deväťdesiatych rokov minulého storočia mohol súvisieť aj s výrazným znižovaním vstupov v rámci technológie pestovania. Absencia vstupov organických i priemyselných hnojív, hlavne fosforu, draslíka, ale i ďalších živín pokračuje aj v súčasnosti, preto výraznejší posun v dosiahnutých hektárových úrodách nezaznamenávame ani teraz a tieto sa naďalej v priemere pohybujú len na úrovni osemdesiatych rokov minulého storočia.

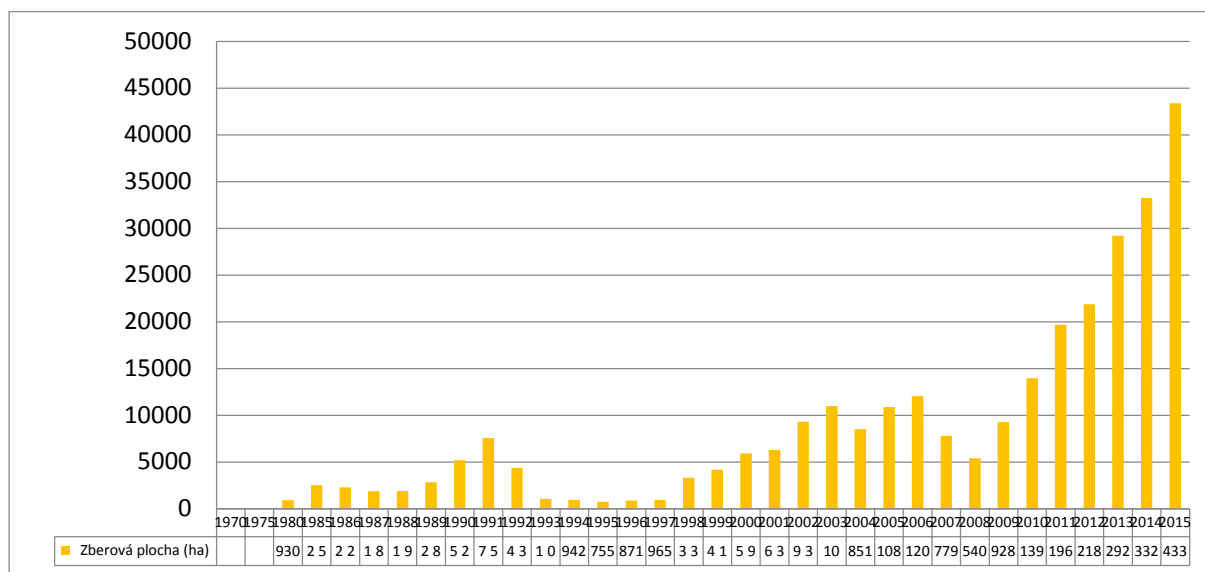
Tabuľka 3. Porovnanie priemerných úrod strukovín v SR a susedných štátoch

Krajina	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Priemer
Česko	2,17	2,15	2,14	1,86	2,85	1,94	2,14	2,67	2,89	2,31
Maďarsko	2,22	2,21	1,71	2,00	2,31	2,00	2,20	2,30	2,66	2,18
Rakúsko	2,07	2,06	2,26	2,35	2,89	1,87	2,32	2,58	2,33	2,30
Poľsko	2,11	2,05	2,24	2,08	2,11	1,95	2,20	2,24	1,77	2,08
Slovensko	1,72	1,84	1,47	1,47	2,24	1,39	1,95	2,38	2,65	1,90
Krajina	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Priemer
Česko	126	117	146	127	127	140	110	112	109	125
Maďarsko	129	120	116	136	103	144	113	97	100	118
Rakúsko	120	111	154	160	129	134	119	108	88	125
Poľsko	122	111	153	142	94	140	113	94	67	115
Slovensko	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Na základe údajov z databáz EUROSTATu Slovensko v porovnaní s okolitými štátmi zaostáva v dosiahnutých úrodách zrnových strukovín (tabuľka 3). Treba vziať do úvahy, že v skupine strukovín sú zaradené všetky strukoviny pestované v konkrétnej krajine a ich pomer preto môže byť

rôzny. Najvyššie úrody v priemere hodnotených rokov zaznamenáva Česko tesne nasledované Rakúskom. Dosahované úrody v oboch týchto krajinách sú v porovnaní so Slovenskom vyššie o 25 %. Úrody strukovín dosahované v Maďarsku sú vyššie v priemere o 18 % a v Poľsku o 15 %. Pokiaľ vezmeme do úvahy len úrody hrachu siateho, najvyššie úrody dosahujú z okolitých štátov v Českej republike ($2,54 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$), čo je v porovnaní s dosiahnutými úrodami na Slovensku ($2,17 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) o 20 % viac. Vyššie úrody dosahujú aj v Rakúsku (o 8 %) aj v Maďarsku (o 4 %). Úrody v Poľsku za hodnotené obdobie boli naopak v porovnaní so Slovenskom o 1 % nižšie.

Sója fazuľová sa na Slovensku začala pestovať až začiatkom osemdesiatych rokov minulého storočia. Výmera sa vtedy pohybovala na úrovni približne len 1000 ha (obrázok 3). Postupne sa zvyšovala až na 5000 ha v roku 1990. Následne po celospoločenských zmenách a reštrukturalizácii rastlinnej výroby sa plochy znova znižovali a dostali sa až pod 1000 ha. Opätovný pozvoľný nárast výmery sóje nastal od roku 1998, odkedy začali osiate plochy kolísať na úrovni okolo 7000 ha. V posledných rokoch však začala výmera prudko stúpať až na úroveň 43000 ha v roku 2015.



Obrázok 3. Výmera sóje fazuľovej na Slovensku v rokoch 1970 – 2015

V tabuľke 4 sú uvádzané úrody sóje na Slovensku a v susedných štátoch. Priemerná úroda za hodnotené obdobie u nás bola na úrovni $1,89 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. Vyššie úrody ako na Slovensku podľa databázy EUROSTAT dosahujú takmer všetky susedné štáty s výnimkou Poľska, pričom najvyššiu hektárovú úrodu dosahujú z týchto krajín v Rakúsku, a to o 47 % vyššiu ako na Slovensku. Priemerná úroda v Maďarsku je v priemere vyššia o 23 % a v Českej republike o 16 %. Výmery sóje fazuľovej sú v Poľsku podľa dostupných údajov zanedbateľné, priemerná dosahovaná hektárová úroda je v porovnaní so Slovenskom nižšia približne o 17 %.

Tabuľka 4. Porovnanie priemerných úrod sóje v SR a susedných štátoch

Krajina	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Priemer
Česko	2,19	2,27	1,70	2,37	2,29	2,07	2,28	1,64	2,40	2,13
Maďarsko	2,56	2,27	2,27	2,32	1,66	1,86	2,69	2,03	2,87	2,28
Rakúsko	2,94	2,82	2,75	2,87	2,80	1,97	2,70	2,39	3,10	2,70
Poľsko	1,00	2,00	1,00	1,50	1,67			1,42		1,43
Slovensko	2,11	1,59	1,72	1,87	1,91	1,36	2,53	1,43	2,52	1,89
Krajina	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Priemer
Česko	104	143	99	126	120	153	90	115	95	116
Maďarsko	121	143	132	124	87	137	107	141	114	123
Rakúsko	139	178	160	153	147	145	107	167	123	147
Poľsko	47	126	58	80	87			99		83
Slovensko	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Pestovanie strukovín a ich zastúpenie v osevných postupoch nie je špecifickým problémom len v Slovenskej republike. Pestovanie týchto plodín je v súčasnej dobe na ústupe, resp. stagnuje aj v ďalších štátoch EÚ, na čom má podiel znižujúca sa ekonomická atraktivita agrosektoru, ako aj existujúca obchodná politika. Aktuálny vývoj trhu proteínových plodín je v EÚ nepriaznivý predovšetkým z hľadiska potreby bielkovinových komponentov do kŕmnych zmesí. Európsky trh proteínov je tak ohrozený deficitom týchto komodít. Viac ako 75% bielkovinových surovín (s obsahom viac ako 15% N látok v sušine) pre využitie v krmivárskom priemysle je v súčasnosti zabezpečovaných dovozom sóje a sójových výliskov. Takto sa EÚ stáva vysoko závislou na ich importe predovšetkým z USA a Južnej Ameriky. Svetová produkcia sóje je navyše stále viac založená na GMO odrodách, ktoré nie sú povolené, alebo podliehajú rôznym limitom, čo pre EÚ predstavuje istú konkurenčnú nevýhodu.

Strukoviny najmä svojou schopnosťou viazať vzdušný dusík sú významnou a nevyhnutnou súčasťou osevného postupu. Odborné pramene uvádzajú, že zastúpenie leguminóz by v osevnom postupe s ekologickým režimom hospodárenia malo predstavovať 20 - 25%. Z pohľadu podielu hlavných kategórií ekologicky pestovaných plodín na ornej pôde na ich celkovej výmere v SR dosahujú strukoviny na zrno 9,4 %.

ZÁVER

- Po roku 1989 bola rastlinná výroba výrazne reštrukturalizovaná a postupne sa výrazne zužovala skladba pestovaných plodín.
- Zastúpenie plodín v osevných postupoch bolo, ale naďalej aj zostáva primárne ovplyvňované podmienkami trhu a až následne pôdno-klimatickými podmienkami, ktoré by naopak mali byť z pohľadu skladby plodín najdôležitejšie.
- Podobná, aj keď nie tak vypuklá je situácia v pestovaní strukovín v okolitých krajinách a problémy s pestovaním proteínových plodín zaznamenávame v rámci celej Európskej únie.
- K zlepšeniu tohto kritického stavu by mohli napomôcť nové kritériá obsiahnuté v Spoločnej poľnohospodárskej politike súvisiace predovšetkým so zavedením greeningu, ozeleňovania.
- V ďalšom období bude nevyhnutné pamätať na zabezpečenie dostatočných plôch strukovín a ďalších dusík obohacujúcich plodín, ktoré významne pozitívne ovplyvňujú pôdne prostredie a jeho vlastnosti, pôdnu úrodnosť a majú tiež významný environmentálny efekt.

LITERATÚRA

Dostupné na internete <<https://slovak.statistics.sk>> – databázy SLOVSTAT

Dostupné na internete <<http://ec.europa.eu>> – databázy EUROSTAT

Dostupné na internete <<http://www.vuepp.sk>> – Situačné a výhľadové správy (Strukoviny)

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

AKTUÁLNÍ SITUACE V PĚSTOVÁNÍ, ŠLECHTĚNÍ A UŽITÍ LUSKOVIN V ČESKÉ REPUBLICE

The current situation in cultivation, breeding and use in the Czech Republic

RADMILA DOSTÁLOVÁ

Agritec, výzkum, šlechtění a služby s.r.o.

Luskoviny jsou starými kulturními plodinami, patří do čeledě *Fabaceae*, která je rozmanitou a důležitou skupinou krytosemenných rostlin. Zahrnuje téměř 800 rodů a 20 tisíc druhů rozšířených na všech kontinentech a je třetí největší čeledí na světě. Mnoho z těchto zástupců jsou ekonomicky důležité plodiny, využívané pro rozmanité účely. Luskoviny zaujímají nezastupitelnou úlohu v osevních sledech, symbiózou s hlízkovými bakteriemi získávají vzdušný dusík nejen pro svoji potřebu, ale obohacují půdu i pro plodiny následné.

Výnosová nestabilita spolu s agrotechnickými požadavky jsou hlavní limitující faktory ovlivňující větší zastoupení luskovin v osevních sledech, které je v ČR pouze 1,4 %. Luskoviny jsou poměrně náročné na prostředí, pěstitelský postup a jsou značně citlivé k biotickým i abiotickým stresům. Jsou zdrojem rostlinných bílkovin jak pro krmivářský, tak pro potravinářský průmysl. V potravinářském průmyslu vzrůstá v poslední době zájem o tyto plodiny: fazol, vigna, cizrna, čočka a další. Luskoviny pokrývají potřebu bílkovin (asi 22 % - 38 % bílkovin, 50 - 60 % sacharidů, 2-5 % tuků, 10 % vláknina, 3 % popeloviny).

Nejvýznamnějším druhem našich ekogeografických podmínek je v současnosti na základě produkce a pěstitelských ploch hrách setý (*Pisum sativum* L.). Hrách je využíván pro lidskou výživu, větší podíl však slouží jako proteinové krmivo pro různé skupiny hospodářských zvířat. Nedostatek proteinových surovin činí z hrachu v rámci EU strategickou surovinu a na základě této skutečnosti je mu také věnována náležitá podpora a pozornost.

V České republice došlo v posledních dvaceti letech k výraznému poklesu osevních ploch zrnových luskovin, který dosáhl více než 50 %. Trend poklesu luskovin v ČR však neodpovídal jejich významu v rostlinné výrobě, krmivářství a potravinářství, ani významu, který je přikládán pěstování luskovin v zemích EU. Hlavním důvodem, který měl vliv na trvalé snižování ploch luskovin je nízká míra rentability pěstování a nízká konkurenceschopnost v oblasti importu sójových pokrutin, z amerického kontinentu, převážně GMO. Tato skutečnost je velmi obdobná i v ostatních státech EU (hlavně nových, kde byla uplatňována pouze platba na hektar). Z těchto důvodů zohlednila Evropská komise od roku 2015 do nové SZP EU podporu pěstování proteinových plodin a zrnových luskovin. Proto bylo rozhodnuto, že podpora vázaná na produkci dle čl. 52 bude v jednotlivých členských státech podmíněna platbou ve výši 13 % (dle rozhodnutí členského státu) a 2 % na bílkovinné plodiny a luskoviny pěstované na zrno. Tímto opatřením Evropská komise chtěla podpořit pěstování luskovin, snížení importu GMO sóji, zlepšení předplodinové hodnoty a půdní struktury. Každý členský stát vycházel ze své strategie zemědělství, svých regionálních podmínek v podpoře citlivých komodit.

Osevní plocha luskovin na zrno byla, jak zveřejnil k 30. 5. 2016 ČSÚ, 35 633 ha. Oproti roku 2014, kdy celková plocha luskovin byla pouze 20 170 ha, došlo k nárůstu o 15 463 ha, což je zvýšení o 76 %. Hráchu bylo vyseto 26 601 ha, což je o 9 427 ha více než v roce 2014. Výměra lupiny zabírala 2 969 ha. Krmné luskoviny, směsi luskovin a luskovinoobilní směsi jsou uváděny v položce ostatní luskoviny, ty byly rovněž vyšší a pěstovaly se na ploše 6 062 ha. Jednoleté luskoviny sklizené na zeleno byly pěstovány na 17 686 ha, což je zvýšení ploch o 4 157 ha tj. 31 %. Osevní plocha sóji, která je sice řazena mezi olejninu se zvýšila o 5 tis. ha a pěstovala se na 12 311 ha, což je také zvýšení o 68 %. Ostatní bílkovinné plodiny patřící do stejných obálek (jetel a vojtěška), zůstaly prakticky na stejných výměrách. Tato skutečnost se pozitivně projeví na výši dotace u bílkovinných plodin (pro citlivé komodity), kde bylo vyčleněno celkem 462 mil. Kč, což je podle odhadu MZe 3 403 Kč/ha, tuto částku dostanou však vyplacenu jen ti, kteří splnili podmínku 3 VDJ/ha. Odhad sklizně hrachu zveřejněný ke dni 15. 8. 2016 je dle ČSÚ 2,97 t/ha a produkce hrachu je odhadována na 79 032 t. Dle našich informací od mnoha významných pěstitelů hrachu, ale také podle výnosů dosažených na stanicích ÚKZÚZ, máme zjištěno, že výnosy byly mnohem vyšší, u mnohých pěstitelů rekordní.

Z dôvodů snižování ploch a nízké rentability pěstování luskovin byla založena v ČR v roce 2005 Asociace pro pěstování a zpracování luskovin (APZL). Činnost asociace je zaměřena do dvou hlavních oblastí – propagační a osvětové činnosti a organizování pokusů pro SDO (Seznam doporučených odrůd). K významné činnosti patří zejména odborné tematické semináře pro pěstitelskou praxi.

Členové asociace poskytli informace o plochách a výnosech hrachu setého a ostatních luskovin. Jihomoravští pěstitelé, kteří vyseli hrach na ploše 4 858 ha, dosáhly průměrných výnosů od 3,5 t/ha až po výnosy, které u některých odrůd přesáhly 5 t/ha. Pěstitelé ze Středočeského (5 138 ha) a Královohradeckého (2 443 ha) kraje dosáhly výnosů kolem 4-5,5 t/ha. Celkově lze letošní sklizeň hodnotit velmi pozitivně. Porosty byly odolné ke komplexu houbových chorob, v některých oblastech se významné choroby jako je padlí, antraknózy, rzi, fuzariózy vůbec nevyskytly. Porosty měly i velmi dobrou poléhavost před sklizní a kvalita semen je také velmi uspokojivá. Barevná vyrovnanost zelenosemenných hrachů určených pro potravinářské užití je také velmi dobrá. Velmi dobrých výnosů bylo dosaženo i u pěstitelů zahradního hrachu od 1,6 t - 2,6 t/ha.

Šlechtění luskovin má v ČR bohatou tradici, má jasnou koncepci a v součinnosti několika šlechtitelských a výzkumných organizací zajišťuje i perspektivně tvorbu nových odrůd uplatnitelných v EU i jiných částech světa. Orientace šlechtění je směřována zejména na:

-biotické a abiotické stresy

-znaky ovlivňující výnos (poléhavost, vhodnost ke kombajnové sklizni)

-zlepšování kvality zásobních látek, zejména bílkovin

-získávání nových poznatků o kvalitativních parametrech s cílem zvyšování složek příznivých pro lidskou výživu, např. obsah resistantního škrobu, vitaminů, karotenoidů, polyfenolů atd.

Perspektivní je i šlechtění na vyšší obsah škrobu pro speciální škrobárenské využití.

Česká republika patří k významným tvůrcům nových odrůd hrachu setého, které se úspěšně pěstují i v EU a v jiných zemích světa. Spojení šlechtitelských (*Selgen, a.s., SEMO s.r.o.*) a výzkumných institucí (*AGRITEC s.r.o.*) dává záruku tvorby nových kvalitativně lepších genotypů. Nedílnou součástí šlechtitelských cílů je řešení problematiky rezistence hrachu k chorobám. Současnou snahou šlechtitelů je vnést do výkonných odrůd geny rezistence proti houbovým chorobám a virózám. V Agritecu jsme se v minulých letech věnovali šlechtění hrachu proti padlí, fusariovému vadnutí a dalším houbovým patogenům. Je zde k dispozici několik desítek zdrojů rezistence proti *Erysiphe pisi* a *Fusarium oxysporum*. Pro šlechtění nových odrůd hrachu se využívá kolekce genových zdrojů.

Odolnost k poléhání je řešena selekcí vhodných rostlin, většinou *afila* růstového typu (tj. s listy přeměněnými na úponky) s vhodným typem lodyhy (středně dlouhá internodia, výška max. 90 cm), u kterého dochází k vzájemnému propletení úponků a tím pádem větší stabilitě celého porostu zatíženého hmotností zralých lusků. Problematikou cíleného šlechtění jak polního, tak dřeňového hrachu na vyšší odolnost k více patogenům současně se v ČR od r. 2000 systematicky zabývaly 3 výše zmiňované instituce. Řešení společných projektů přispělo k ověření odolnosti současných pěstovaných odrůd hrachu v ČR k významným patogenům a k nalezení nových výchozích zdrojů rezistence pro program rezistentního šlechtění. Výsledky vzniklé z konsorcionální spolupráce jsou intenzivně využívány a nachází i praktické uplatnění. Důkazem toho je registrování odrůd dřeňového hrachu Twinset, Johan a Cedrik, které jsou rezistentní k *Fusarium oxysporum* rasa 1 a 2, padlí a virózám PEMV a PSbMV a zkoušení dalších genotypů zařazených v registračním řízení ÚKZÚZ.

V ČR je registrována celá řada českých i zahraničních odrůd polního hrachu, bobu, sóje a lupiny. Obdobně jako v jiných zemích Evropské unie i v České republice jsou vytvářeny Seznamy doporučených odrůd hlavních polních plodin, jejichž cílem je:

- usnadnit orientaci uživatelů v širokém sortimentu nabízených odrůd

- poskytnout objektivní a nezávislé informace o odrůdách a jejich vhodnosti pro pěstební podmínky v České republice pěstitelům i zpracovatelskému průmyslu.

Seznam obsahuje popisy registrovaných odrůd hrachu polního a sóje luštinaté, které vykázaly v půdně-klimatických podmínkách České republiky velmi dobré výsledky v rámci registračních zkoušek a následně v systému zkoušení pro Seznam doporučených odrůd. Pěstitelé by měli upřednostňovat odrůdy uvedené v seznamu, pokud nemají důkazy či zkušenosti, že jiná odrůda je pro jejich konkrétní stanovištní a pěstební podmínky vhodnější.

Situace v pěstování, šlechtění a využívání luskovin není v ČR optimální, nicméně předpokládáme, že vzhledem k podmínkám, které jsou stanoveny v rámci SZP dojde k navýšení a stabilizaci ploch těchto významných komodit. Přes všechna možná rizika, náročnost pěstování, nižší rentabilitu jsou v České republice vhodné podmínky pro jejich pěstování i využití.

LUSKOVINO-OBILNÍ SMĚSKY V EKOLOGICKÉM ZEMĚDĚLSTVÍ Legume-cereal intercropping in organic farming

IGOR HUŇADY – MAREK SEIDENGLANZ

Agritec Plant Research s.r.o., Šumperk, Česká republika

The legume-cereal intercropping (LCI) in organic farms (OF) is of special interest not only for its positive influence on the soil, the ability to increase and stabilize yields, reduce weed infestation, improve the health of crops and reduce the incidence of some harmful organisms. The introduction of LCI growing as major crop appears to be one of the promising solutions to increase self-sufficiency of OF with regard to the supply of quality home-made concentrates with high protein content. In this way, OF can reduce its dependence on imported organic fodder from abroad, which can help to improve their economic situation. In years 2008-2011 and 2015-2016, plot trials with intercropped peas and spring cereals (wheat, barley) were conducted. Varieties and pea-cereal combinations (seed ratios) were screened to evaluate the suitability of the varieties for intercropping, and the best pea to cereal ratio in the seed mixture. These know-how is necessary for reintroduction LCI in the growing systems of OF.

Key words: *organic farming, green fodder, farm level field trials, pea, wheat, barley*

ÚVOD

Ekologické zemědělství (EZ) je v současné době celosvětově nejrychleji rostoucím agrárním sektorem. I v České republice vývoj EZ od 90. let prošel dynamickým rozvojem. Z alternativního zemědělského systému, který podporoval úzký okruh lidí, vznikla státem uznávaná a zákonem definovaná produkce, která má přísná pravidla respektující životní prostředí, welfare zvířat a která si získala širokou podporu a důvěru spotřebitelů. Česká republika je na předních místech v rozloze ekologicky obdělávaných ploch v Evropě.

Důležitá zásada nového evropského nařízení 834/07 mimo jiné stanovuje: „Krmivo pro hospodářská zvířata se získává v první řadě ze zemědělského podniku, kde jsou zvířata držena, nebo z jiných ekologických zemědělských podniků ve stejném regionu“ (čl. 14 odst. 1 písm. d) bod i)). Tato podmínka předpokládá vlastní produkci krmiv na ekofarmách. Pro krmiva nyní platí přísnější ustanovení, která po uplynutí přechodného období předepisují od roku 2011 ekologické krmivo v rozsahu 100 % pro monogastrická zvířata a přežvýkavce (článek 43 nařízení 889/08). Toto pravidlo vede zemědělce k tomu, aby produkovali větší množství krmiv v ekologickém režimu hospodaření, a omezuje použití konvenčních krmiv v EZ.

Ekologické farmy si většinou vyrábí krmiva samy, avšak v podhorských oblastech nejsou schopné pěstovat kukuřici a mají proto potíže s nízkým obsahem glycidů respektive energie v krmivech, což způsobuje nízkou užitkovost a další problémy v reprodukci, zdraví a kondici zvířat. U prasat a drůbeže je jednou z překážek pro ekologické hospodaření požadavek na místně produkovaná ekologická krmiva s vysokou koncentrací energie a bílkovin a odpovídajícím obsahem aminokyselin. Obilná zrna jsou hlavním zdrojem energie ve výživě prasat i drůbeže, pšenice i ječmen jsou pro ně vynikajícím krmivem. Toto krmivo je však třeba doplňovat i jinými plodinami s komplementárním obsahem aminokyselin, zejména na lysinu. Hrách může být jak zdrojem energie, tak i bílkovin, obsah aminokyselin do značné míry odpovídá požadavkům mnoha druhů drůbeže.

Hrách či jiné luskoviny mají všeobecně známou schopnost – a tou je fixace vzdušného dusíku. Velkou část potřeby tohoto prvku zajišťují luskoviny pomocí symbiotických bakterií, které žijí na jejich kořenech. Podle odborných studií může být až šedesát procent fixovaného dusíku využitelných v následujícím roce při produkci plodin. Fixovaný dusík nevyužívají pouze luskoviny, ale v případě pěstování ve směskách mají z tohoto procesu užitek i další plodiny. Problémem je však zvýšená citlivost luskovin k různým výkyvům v prostředí, která je příčinou jejich výnosové nestability. Tato citlivost se týká zejména faktorů podmíněných ročníkem - průběh počasí, míra zaplevelení, tlak chorob a škůdců apod.

Řešením mohou být luskovino-obilní směsky (LOS), o které v EZ narůstá zájem. Schopnost LOS obohacovat půdu o dusík, zvyšovat a stabilizovat výnosy, omezovat zaplevelení, potlačovat a přerušovat rozmnožování chorob a škůdců (Jensen et al. 2006) nabývá mimořádně na významu právě v oblasti EZ, kde je zakázáno používání pesticidů, minerálních hnojiv a kde jsou minimalizovány vstupy. Důležitým prvkem je i trend směřující ke zvyšování biodiverzity v oblasti EZ. Rozvoj diverzity rostlin ve směsce vytváří také prostředí pro rozvoj užitečných predátorů, kteří omezují šíření škůdců (Hauggaard-Nielsen a Andersen 2000, Seidenglanz 2011).

Jak vyplývá např. z výzkumu provedeného ve Francii (Bedoussac et al., 2010) i několika dalších studií, ve směskách dochází ke snížení výskytu mšic (*Acyrtosiphon pisum*, obilné mšice). Bylo také zjištěno, že ve směskách hrachu s jarními obilovinami dochází k zastavení populačního růstu kolonií kyjatky hrachové dříve než v hrachu pěstovaném v monokultuře. Samičky pestřenek preferují kolonie kyjatky hrachové na hrachu ve směskách a kladou zde více vajíček (Seidenglanz, 2011).

LOS byly před rozvojem intenzivního velkoplošného zemědělství běžně využívanou součástí osevních postupů na orné půdě. Současná zemědělská praxe však těchto výhod z mnoha známých důvodů nevyužívá. Podle údajů Českého statistického úřadu činilo procentní zastoupení tří nejvíce pěstovaných plodin v osevních postupech v roce 2016 80,7 % osevních ploch: z toho obilovin na zrno 51,7 %, řepky 16,0 % a kukuřice na zeleno, siláž a zrno 13,0 %. Podíl víceletých pícnin činil 7,5 % a jednoletých luskovin na zeleno a na zrno pouze 2,3 % (ČSÚ, 2016).

V České republice však v posledních dvaceti letech došlo k výraznému poklesu osevních ploch luskovin na zrno o téměř 86 % a víceletých pícnin o 66 %. Svou roli v tom hraje závislost na dovozu krmiv z amerického kontinentu. Více než 75 % bílkovinných surovin pro využití v krmivářském průmyslu EU je zajišťováno dovozem sóji a sójových pokrutin. EU, včetně ČR, je vysoce závislá na jejich importu především z USA a Jižní Ameriky.

Prakticky využitelných a experimentálně ověřených poznatků o pěstování luskovino-obilních směsek v podmínkách EZ je k dispozici dosud málo. Hlavním cílem tohoto výzkumu je podpořit rozšíření pěstování LOS a jejich zařazování do osevních postupů v EZ, podpora produkce kvalitních objemných i jaderných krmiv, a tak přispět k rozvoji schopnosti samozásobení krmivy na ekologických farmách. Touto cestou mohou ekofarmy v méně příznivých oblastech snížit svou závislost na dovozu biokrmiv ze zahraničí, což může zlepšit jejich ekonomickou situaci.

MATERIÁL A METODY

Na pokusných plochách společnosti Agritec, s.r.o. v Ropotíně (RA) v letech 2008 – 2011, 2015-2016 a na ekologické farmě v Postřelmově (PO) v letech 2009 – 2011 a 2015-2016 byly zakládány maloparcelkové pokusy s hrachem a obilovinami (pšenice, ječmen). V pokusech byly vysety dvě odrůdy hrachu - Bohatýr (listový typ) a Terno (bezlistý typ) – a dále odrůda pšenice jarní Siraal a odrůda ječmene jarního Pribina. Hrách a obiloviny byly vysety ve 24 pokusných variantách – v monokulturách a šesti různých vzájemných poměrech.

Zkoušené výsevní poměry - hrách:obilovina (%): 100:0, 80:20, 60:40, 40:60, 20:80, 0:100.

Plocha jednoho pokusu činila 0,13 ha, sklizňová plocha jedné varianty 10 m².

Po sklizni zrna byl vyhodnocen hrubý a čistý výnos zrna ve směsce a výnos jednotlivých komponent. Byl stanoven parametr LER (Land Equivalent Ratio) jako hodnotící parametr výhodnosti/nevýhodnosti pěstování testovaných plodin ve směskách ve srovnání s monokulturami. LER je poměrné číslo udávající plochu monokultury potřebnou k dosažení stejného výnosu jako je výnos směsky z jednotky plochy.

$$LER = (V_{ab} / V_{aa}) + (V_{ba} / V_{bb})$$

V... výnos t/ha

a, b... monokultury plodin A a B

ab, ba... směsky plodin A a B

LER monokultury = 1. Pokud je hodnota LER větší než jedna, považuje se pěstování plodin ve směsce za výhodnější z hlediska výnosu než jejich pěstování v monokultuře (Vandermeer, 1989).

Statistické zpracování dat bylo provedeno pomocí software Statistica Cz 9.1. Byla provedena analýza variance (one-way ANOVA) a následně Fisherův LSD test pro zjištění případných staticky významných rozdílů mezi zkoumanými variantami ($P < 0,05$).

VÝSLEDKY A DISKUZE

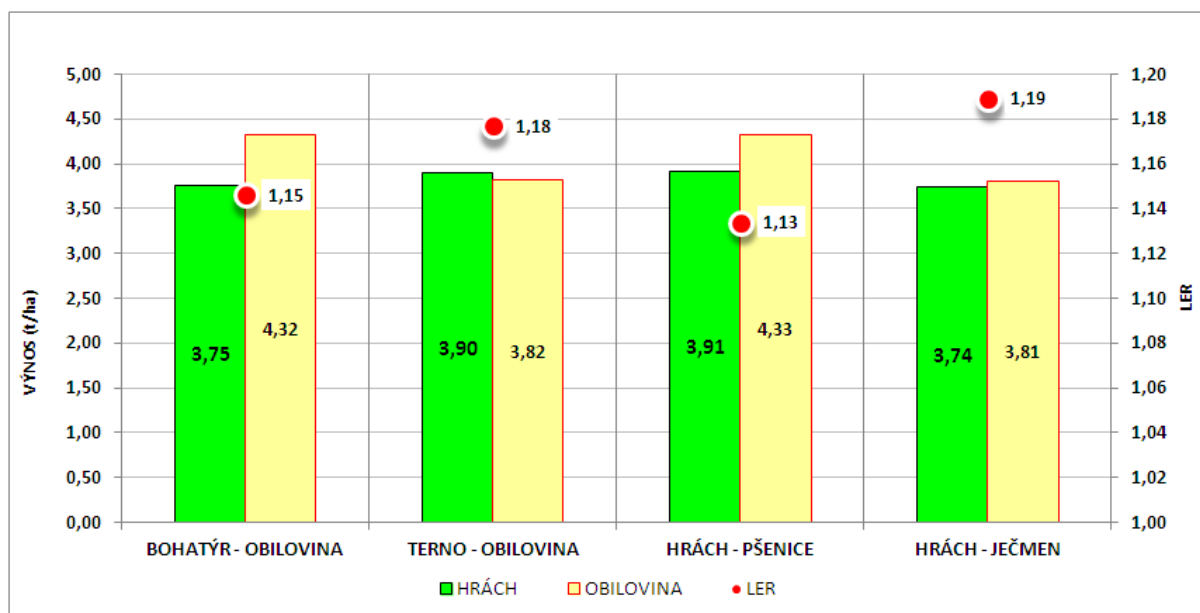
Hrách – odrůdy Bohatýr (listový typ) a Terno (bezlistý typ). Pšenice jarní - odrůda Siracl a ječmen jarní - odrůda Pribina.

Po přepočtu různých zkoumaných procentických podílů hrachu ve směsce s obilovinou na podíl 100 % činil průměrný přepočtený výnos ze všech pokusů za sledované období u listové odrůdy Bohatýr 3,75 t/ha a u bezlisté odrůdy Terno 3,90 t/ha. Rozdíl mezi oběma výnosy činil 4 % a nebyl tedy statisticky významný. Rovněž rozdíl v hodnotách LER nebyl statisticky významný (obrázek 1). Nižší výnos odrůdy Bohatýr mohl být způsoben poléháním a následnými sklizňovými ztrátami. Při vyšší vlhkosti a silném růstu hrachu však může dojít k zalehnutí obilovin rostlinami hrachu a tím i k zastavení dalšího vývoje obiloviny. Toto riziko nastává zejména při použití listové odrůdy hrachu ve směsce. Tato skutečnost sehrává důležitou roli zejména při pěstování směsky na zrno. V tomto případě se jako vhodnější jeví použít bezlistou odrůdu hrachu a snížit tak riziko polehnutí porostu.

Z hlediska výnosu bylo výhodnější pěstování pšenice než ječmene ve směsce: pšenice dosahovala vyšších průměrných výnosů - 4,33 t/ha, výnos ječmene byl o 13,7 % nižší a činil 3,81 t/ha. Rovněž parametr LER byl u směsek pšenice s hrachem statisticky průkazně vyšší (průměr 1,13) ve srovnání s LER u směsek ječmene s hrachem (průměr 1,18). Naproti tomu z analýz zelené hmoty směsky sklizené ve fázi zelené zralosti hrachu (BBCH 79) vyplývá, že například pro účely výživy masného skotu se jako nejvhodnější jeví směsky hrachu a ječmene, protože obsah N-látek a energie se nejvíce blíží požadavkům pro jeho optimální výživu.

Průměrný výnos odrůd hrachu - Bohatýr a Terno - po přepočtu jejich různých výsevních podílů ve směskách s obilovinami na 100 % pak dosahoval hrách vyššího výnosu (3,91 t/ha) při pěstování ve směsce s pšenicí než při pěstování s ječmenem (3,74 t/ha) – obrázek 1.

Průměrný výnos obilovin - pšenice a ječmene - po přepočtu jejich různých výsevních podílů ve směskách s hrachem na 100 % pak dosahoval vyšších hodnot (4,32 t/ha) při pěstování ve směsce s listovým hrachem Bohatýr než při pěstování s bezlistou odrůdou Terno (3,82 t/ha) – obrázek 1.

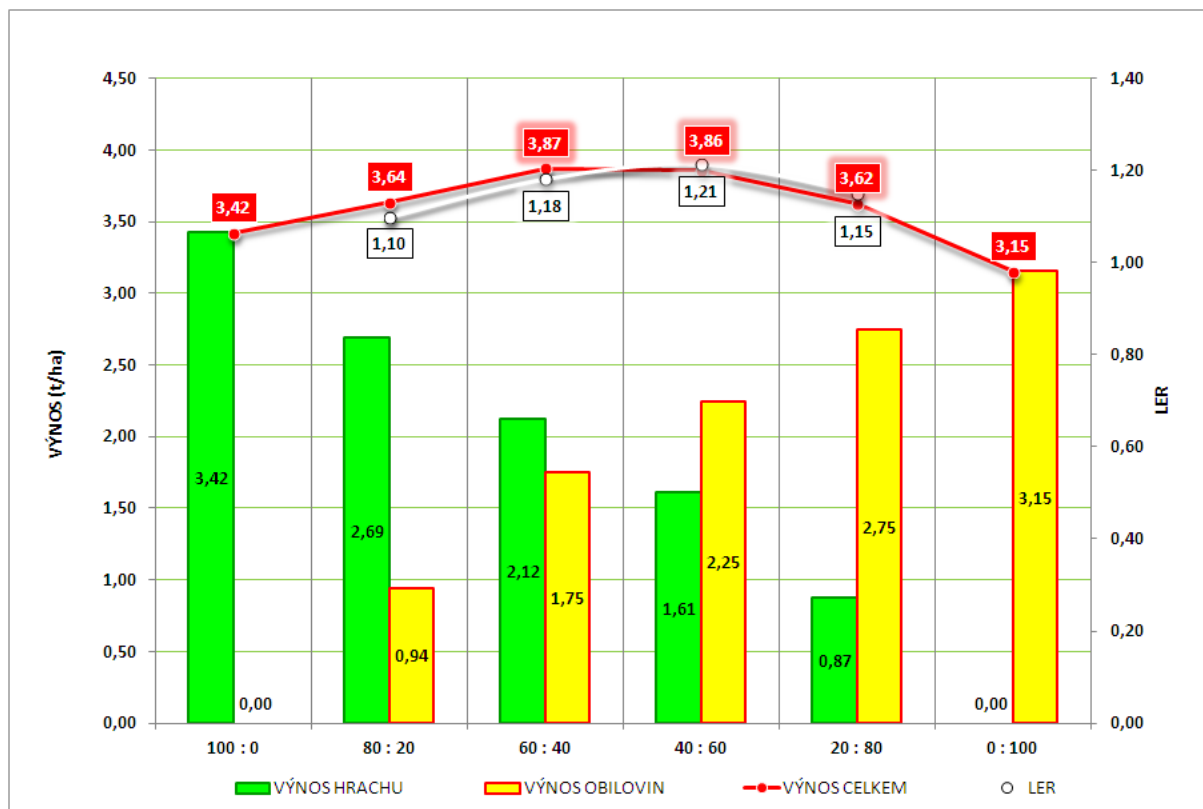


Obrázek 1. Relativní výnosy (přepočet na výnos, který by mohl být hypoteticky dosažen při výsevním množství stanoveném pro monokulturu – 100 %). Lokality Rapotín, Postřelmov. 2008 – 2011.

Optimální poměr komponent směsky.

Hrách a obiloviny byly v pokusech vysety v monokulturách a čtyřech různých vzájemných výsevních poměrech - hrách:obilovina (%): 100:0, 80:20, 60:40, 40:60, 20:80, 0:100. Při srovnání

výnosů ze všech pokusů za celé pokusné období 2008 – 2011 z hlediska výsevních poměrů nejvyšších průměrných výnosů dosahovaly směsky hrách:obilovina v poměru 60:40 (3,87 t/ha), 40:60 (3,86 t/ha) – obrázek 2. Z hlediska výnosů a s ohledem na vhodnost snižování rizika poléhání hrachu se tedy pro pěstování ve směsce jako optimální jeví zastoupení hrachu a obiloviny ve směsce v poměru 40:60 a 60:40 (parametr LER dosáhl nejvyšší průměrné hodnoty – 1,21 a 1,18.) Rovněž poměr 20:80 dosáhl příznivých hodnot LER – 1,15. Statisticky průkazné rozdíly u hodnot LER byly zjištěny mezi výsevním poměrem hrách:obilovina 40:60 a poměry 20:80, 80:20. Dále pak mezi poměrem 60:40 a 80:20.



Obrázek 2. Výnosy směsek celkem a výnosy komponent směsek podle výsevních poměrů (t/ha). Průměrné výnosů ze všech pokusů 2008 – 2011.

ZÁVĚR

Z průměru výnosů za období čtyř let lze vyvodit, že pěstování hrachu, pšenice a ječmene ve směsce má stabilizující efekt na jejich výnosy ve srovnání s monokulturou. Z výsledků je také patrné, že hrách pěstovaný ve směskách má i v podmínkách ekologického zemědělství za příznivých podmínek vysoký výnosový potenciál. V pokusech se z hlediska výnosů a výhodnosti pro pěstování ve směsce jako optimální jevílo zastoupení hrachu a obiloviny ve směsce v poměru hrách:obilovina 40:60 a 60:40, i když získané výsledky nebyly statisticky průkazné.

Při volbě plodin, jejich odrůd a jejich výsevního poměru ve směsce je kromě pěstitelských podmínek nezbytné přihlídnout také k účelu jejich pěstování – jestli jeho cílem je sklizeň směsky v zeleném stavu nebo jde o pěstování směsky pro získání zrna. Lze přitom vycházet z dalších hledisek – je třeba zvážit otázky agrotechniky, ochrany proti zapaření, chorobám a škůdcům a ujasnit si požadavky na složení krmiva (například poměr mezi N-látkami a energií).

Pokud cílem pěstování je získat zelené krmivo pro přímé zkrmování či na siláž, pak lze doporučit spíše listovou odrůdu hrachu a vyšší zastoupení hrachu ve směsce (až 60 %). Pokud je směska pěstována na zrno, pak se jako vhodnější jeví použít bezlistou odrůdu hrachu a snížit tak riziko polehnutí porostu. Lze také doporučit snížení podílu hrachu ve směsce na 40 %. Při vyšší vlhkosti a silném růstu hrachu může totiž dojít k zalehnutí obilovin rostlinami hrachu a tím i k zastavení dalšího vývoje obiloviny. Toto riziko nastává zejména při pěstování listových odrůd hrachu.

Poděkování: Projekt č. QJ1510312 „Využití luskovino-obilních směsek ke zvýšení schopnosti udržitelné produkce objemných krmiv se zvýšeným obsahem energie a živin za účelem zlepšení kvality živočišných produktů v konvenčním i ekologickém zemědělství“ je podporován Ministerstvem zemědělství ČR (MZe) prostřednictvím Národní agentury pro zemědělský výzkum (NAZV).

LITERATURA

BEDOUSSAC, L., HEMPTINNE, J., JUSTES, E., (2010): A Solution to Reduce Pesticide Use by Decreasing Grain Legume Pests and Diseases. Book of Abstracts from 5th International Food Legumes Research Conference (IFLRC V) and 7th European Conference on Grain Legumes (AEP VII), April 26-30, 2010 – Antalya, pp 97.

ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD (2016): Soupis ploch osevů k 31.5. 2016. <https://www.czso.cz/csu/czso/soupis-ploch-osevu-k-31-kvetnu-2016>

ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD (2016): Vývoj ploch osevů vybraných zemědělských plodin v letech 1980 až 2014.

[http://www.czso.cz/csu/2014edicniplan.nsf/t/0F0044058A/\\$File/2701431401.xlsx](http://www.czso.cz/csu/2014edicniplan.nsf/t/0F0044058A/$File/2701431401.xlsx)

HAUGGAARD-NIELSEN H. A ANDERSEN M. K. (2000): Intercropping grain legumes and cereals in organic cropping systems. Grain Legumes, 30, 18-19.

JENSEN, E. S., AMBUS, P., BELLOSTAS, N., BOISEN, S., BRISSON, N., CORRE-HELLOU, G., CROZAT, Y., DAHLMANN, C., DIBET, A., VON FRAGSTEIN, P., GOODING, M., HAUGGAARD-NIELSEN, H., KASYANOVA, E., LAUNAY, M., MONTI, M., PRISTERI, A. (2006): Intercropping of cereals and grain legumes for increased production, weed control, improved product quality and prevention of N –losses in European organic farming systems (INTERCROP). Project QLK5-CT-2002-02352, Final report 257-258.

SEIDENGLANZ, M., HUŇADY, I., POSLUŠNÁ, J., LØES., A. K. (2011): Influence of intercropping with spring cereals on the occurrence of pea aphids (*Acyrtosiphon pisum* Harris, 1776) and their natural enemies in field pea (*Pisum sativum* L.). Plant Protect. Sci., Vol. 47, No. 1, 25 - 36.

VANDERMEER, J. (1989): The Ecology of Intercropping. Cambridge University Press, Cambridge.

Adresa autorů:

Ing. Igor Huňady, AGRITEC PLANT RESEARCH s.r.o., Oddělení luskovin a technických plodin, Zemědělská 2520/16, 787 01 Šumperk, Česká republika, hunady@agritec.cz

Ing. Marek Seidenglanz, AGRITEC PLANT RESEARCH s.r.o., Oddělení ochrany rostlin, Zemědělská 2520/16, 787 01 Šumperk, Česká republika, seidenglanz@agritec.cz

VPLYV ROZDIELNYCH TECHNOLOGIÍ PESTOVANIA HRACHU SIATEHO NA ÚRODU SEMENA A BILANCIU ŽIVÍN

Effect of different farming technologies of common pea on the seed yield and nutrient balance

EVA HANÁČKOVÁ

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

Field experiment with three technologies of soil tillage (B_1 - conventional, B_2 - reduced, B_3 - minimal) and three fertilization treatments (0 - control - unfertilized, PH - mineral fertilizers, PH+PZ - mineral fertilizers + post-harvest residues) was established in locality Dolná Malanta. Significantly higher yield of pea seed was achieved with reduced tillage (3.28 t ha^{-1}) in comparison to classical ploughing (3.12 t ha^{-1}) and minimalization (3.08 t ha^{-1}). Fertilized treatments provided significantly higher yields of pea seed than unfertilized control. Average yield on fertilized treatments was higher by 10.3% - 15.1% compared to control. There was found out very strong linear relation ($r = 0,945^{+++}$) between yield of phytomass and uptake of macronutrients by aboveground phytomass of pea. High balance surplus of nitrogen ($56 \text{ to } 66.6 \text{ kg ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$), which can lead to contamination of water resources by nitrates under some soil-ecological conditions, was found after by-product of pea incorporation into soil profile. Insertion of stubble catch crop (white mustard) after pea harvest reduced this risk. Requirement for sustainable farming on soil was fulfilled the best in treatment with rational fertilization with mineral fertilizers in interaction with conventional soil tillage (surplus of N = $3.6 \text{ kg ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$, P = $15.3 \text{ kg ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$ and deficit of K = $-36.3 \text{ kg ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$).

Key words: *common pea, soil tillage, mineral fertilizers, post-harvest residues, balance of nutrients*

ÚVOD

Hrach siaty (*Pisum sativum* L.) je nielen najvýznamnejším zdrojom rastlinných bielkovín, zrelé semená obsahujú 17-31% hrubého proteínu (Hanáčková a Candráková, 2014), ale vyniká aj cennými biologickými a agronomickými vlastnosťami, ktoré priaznivo ovplyvňujú úrodnosť pôdy. Koreňovým systémom zlepšuje fyzikálne vlastnosti pôdy (štruktúrny stav pôdy, zvyšuje sa stabilita vytvorených agregátov, vodný režim), pôsobením agresívnejších koreňových výlučkov a intenzívnej sorpčnej schopnosti koreňov využíva značnú časť fosforu i z menej rozpustných zlúčenín (Richter a Hlušek, 1999). Vysoká predplodinová hodnota hrachu sa zhodnocuje vo vyššej úrode následných plodín (Nayyar et al., 2009), znižuje závislosť na dusíkatých priemyselných hnojivách (Hanáčková a Slamka, 2011).

Tvorba hospodárskej úrody strukovín je zložitejšia v porovnaní s ostatnými plodinami. Dôvodom je dlhé obdobie diferenciacie generatívnych orgánov a ich veľká závislosť od podmienok prostredia. Environmentálny stres, nedostatok svetla, vysoké teploty, deficit vody a výživy redukovujú produkciu plodín a ich kvalitu (Boyer, 1982; Xiong et al., 1999).

Pri výžive a hnojení hrachu siateho je potrebné rešpektovať jeho schopnosť v symbióze s hrčkotvornými baktériami fixovať vzdušný dusík. Vytvorením priaznivých podmienok pre baktérie fixujúce dusík (slabo kyslá až neutrálna pôdna reakcia, prevzdušnená pôda, vlhkosť pôdy 60 - 70 % PVK, dostatočná fosforečno-draselná výživa) je možné túto užitočnú vlastnosť využívať v maximálnej miere (Hanáčková et al., 2010).

V súčasnom období sa prehodnocujú systémy obrábania pôdy, a to najmä z hľadiska odôvodnenosti jednotlivých zásahov do pôdy, primeranosti mechanického pôsobenia strojov na pôdu a z hľadiska možných prínosov pre ochranu pôdy pred nepriaznivými vplyvmi. Okrem zlepšovania starostlivosti o pôdu hlavným cieľom je tiež znižovanie nákladov.

V SR sa konvenčné obrábanie pôdy uplatňuje na ploche asi 80 - 85 %, na ploche zaberajúcej 11 - 17 % výmery ornej pôdy sa uplatňujú rôzne alternatívy minimalizácie a technológia priamej sejby do neobrobenej pôdy sa využíva na ploche asi 3 - 4 % (Orságová a Nozdrovický, 2007). Rozhodujúce

hľadiská výberu technológií obrábania pôdy v praxi sa spravidla odrážajú od pôdno-ekologických podmienok, najmä však od ekonomiky.

Cieľom príspevku je posúdiť vplyv rozdielneho obrábania pôdy v interakcii s hnojením a využitím organickej hmoty pozberových zvyškov na úrodu semena hrachu siateho a bilanciu živín.

MATERIAL A METÓDY

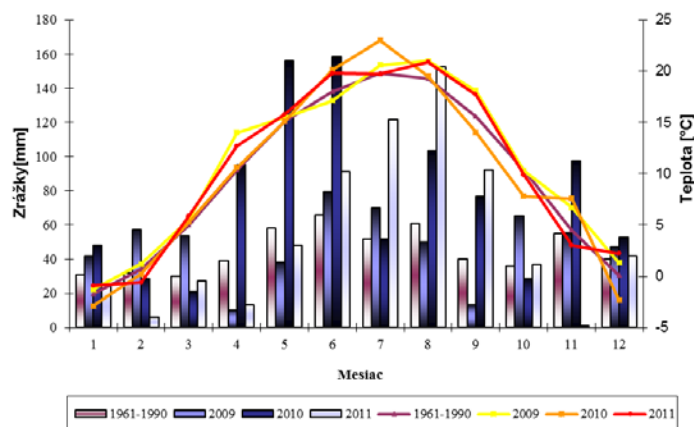
Poľný pokus bol založený v rokoch 2009 - 2011 v troch opakovaníach na pozemkoch experimentálnej bázy SPU v Nitre v lokalite Dolná Malanta (súradnice 48°19' s. z. š., 18° 09' v. z. d.). Stanovište sa nachádza v kukuričnej výrobní oblasti patriacej do veľmi teplej a suchej podoblasti s nadmorskou výškou 175-180 m n. m. Priemerná ročná teplota vzduchu je 9,8°C, priemerný ročný úhrn zrážok podľa dlhodobého normálu je 540 mm. Pôda je hlinitá hnedozem vytvorená na prolúviálnych zasprašovaných sedimentoch, subtyp je hnedozem kultizemná.

V pokuse sú hodnotené tri spôsoby základného obrábania pôdy: B₁ - konvenčné obrábanie pôdy (orba do hĺbky 0,25 m), B₂ - redukované (orba do hĺbky 0,15 m) a B₃ - minimalizačná technológia (tanierovanie do hĺbky 0,10 m) a tri varianty hnojenia: 0 - kontrola bez hnojenia, PH – racionálne hnojenie priemyselnými hnojivami na základe rozboru pôdy a plánovanej úrody hrachu siateho (3 t.ha⁻¹), PH+PZ - racionálne hnojenie priemyselnými hnojivami + zapravenie pozberových zvyškov predplodiny.

Obsah prístupného fosforu bol vyhovujúci pohybujúci sa od 75 do 82 mg.kg⁻¹, obsah draslíka bol dobrý s obsahom 248-265 mg.kg⁻¹, pôdna reakcia je slabo kyslá. Pri uvedených obsahoch prístupných živín v pôde sa využil nahradzovací systém hnojenia. Dusík v dávke 30 kg.ha⁻¹ sa aplikoval vo forme liadku amónneho s vápencom, fosfor v dávke 32 kg.ha⁻¹ sa aplikoval vo forme 19 % jednoduchého superfosfátu a 37,5 kg.ha⁻¹ draslíka sa dodalo do pôdy vo forme 60 % draselnej soli.

Predplodinou hrachu siateho (odroda Dunaj) bola pšenica letná forma ozimná. Zber úrody semena hrachu siateho sa uskutočnil v plnej zrelosti. Po zberu úrody hrachu siateho bola vysiatá medziplodina horčica biela.

Priebeh poveternostných podmienok počas pokusného obdobia je znázornený na obrázku 1.



Obr. 1 Priebeh poveternostných podmienok v rokoch 2009 - 2011

Čistá bilancia (N, P, K) sa vypočíta podľa rovnice:

$$\text{ČISTÁ BILANCIA (kg.ha}^{-1}\text{.rok}^{-1}\text{)} = \text{VSTUPY ŽIVÍN} - \text{VÝSTUPY ŽIVÍN}$$

Pri bilancovaní dusíka sa počítalo so vstupmi do sústavy priemyselnými hnojivami, osivom, fixáciou vzdušného dusíka a atmosférickým spadom zrážkami, pri fosfore a draslíku sa počítalo len s priemyselnými hnojivami a osivom. Na variante PH+PZ sa počítalo len s odberom živín hlavným produktom vychádzajúc zo zásady, že pri zapravení vedľajšieho produktu do pôdy sa odobrané živiny vracajú naspäť do pôdy.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Úroda semien hrachu siateho v rokoch 2009 - 2011 bola ovplyvnená spôsobom základného obrábania pôdy, hnojením a priebehom poveternostných podmienok. V priemere za varianty pokusu sa dosiahla v maloparcelovom pokuse úroda semena 3,16 t.ha⁻¹ (tabuľka 1).

Z hľadiska dosiahnutej produkcie najvhodnejším spôsobom základného obrábania pôdy pri pestovaní hrachu siateho v rokoch 2009 - 2011 bolo redukované obrábanie pôdy. Úroda semena (3,28 t.ha⁻¹) v priemere variantov pokusu bola vysoko preukazne vyššia ako pri tradičnej orbe a použití tanierového náradia (tabuľka 1). Aj Ondříšek (2013) uvádza, že redukcia orby v porovnaní s tradičnou orbou vedie k zvýšeniu mikrobiálnej aktivity a tvorbe biomasy. Najnižšia úroda (3,08 t.ha⁻¹) sa dosiahla pri minimalizácii, čo je v súlade s našimi výsledkami dosiahnutými pri pestovaní hrachu siateho v rokoch 2004-2006. V tomto období sa štatisticky významne vyššia úroda semena získala pri konvenčnom obrábaní ako pri minimalizácii (Hanáčková, 2008).

Hnojené varianty poskytli štatisticky preukazne vyššiu úrodu semena hrachu siateho v porovnaní s nehnojenou kontrolou. Pozitívny vplyv hnojenia na výšku úrody hrachu siateho uvádzajú viacerí autori (Bojňanská a Vološinová, 2005, Šariková, 2005). Na hnojených variantoch sa dosiahla v porovnaní s kontrolou vyššia priemerná úroda o 10,3 % až 15,1 %. V priemere troch pokusných rokov a spôsobov obrábania pôdy najvyššia úroda semena hrachu siateho (3,35 t.ha⁻¹) sa získala na variante racionálne hnojenom priemyselnými hnojivami so zapravenými pozberovými zvyškami. Zistené rozdiely v úrodách semena hrachu na hnojených variantoch sú štatisticky významné.

Uplatnenie minerálneho hnojenia pri tvorbe úrody býva výrazne ovplyvňované poveternostnými podmienkami (Jamriška et al., 2005), čo potvrdzujú i naše výsledky. Hrach siaty rezpozívnejšie reagoval na hnojenie vo vlhkom roku 2010, v ktorom úroda semena bola v priemere vyššia o 2,47 t.ha⁻¹ ako v roku 2009. Nedostatok zrážok v období zakladania generatívnych orgánov v roku 2009 nepriaznivo ovplyvnil úrodu semena hrachu siateho, ktorá bola v porovnaní s rokom 2010 a 2011 štatisticky významne nižšia (tabuľka 2).

Tabuľka 1 Úroda semena hrachu siateho v rokoch 2009-2011

Variant		2009		2010		2011		Priemer	
		t.ha ⁻¹	rel. %	t.ha ⁻¹	rel. %	t.ha ⁻¹	rel. %	t.ha ⁻¹	rel. %
¹ B ₁	⁴ 0	1,70	100,0	3,93	100,0	3,00	100,0	2,88	100,0
	⁵ PH	1,78	104,7	4,18	106,7	3,13	104,3	3,03	105,2
	⁶ PH+PZ	1,92	112,9	4,86	123,7	3,56	118,7	3,45	119,8
	\bar{x}	1,80	-	4,32	-	3,23	-	3,12	-
² B ₂	0	1,60	100,0	4,22	100,0	3,31	100,0	3,04	100,0
	PH	1,86	116,3	4,24	100,5	3,96	119,6	3,35	110,2
	PH+PZ	1,88	117,5	4,61	109,2	3,86	116,6	3,45	113,5
	\bar{x}	1,78	-	4,36	-	3,71	-	3,28	-
³ B ₃	0	1,72	100,0	3,61	100,0	3,12	100,0	2,82	100,0
	PH	1,88	109,3	4,50	124,7	3,38	108,3	3,25	115,2
	PH+PZ	1,84	107,0	4,26	118,0	3,39	108,7	3,16	112,1
	\bar{x}	1,81	-	4,12	-	3,30	-	3,08	-
$\bar{x} \bar{x}$		1,80	-	4,27	-	3,41	-	3,16	-
\bar{x}	0	1,67	100,0	3,92	100,0	3,14	100,0	2,91	100,0
	PH	1,84	110,2	4,31	109,9	3,49	111,1	3,21	110,3
	PH+PZ	1,88	112,6	4,58	116,8	3,60	114,6	3,35	115,1
\bar{x}		1,80	-	4,27	-	3,41	-	3,16	-

¹B₁ – konvenčné obrábanie, ²B₂ – redukované obrábanie, ³B₃ – minimalizácia, ⁴0 – kontrola nehnojená, ⁵PH – priemyselné hnojivá, ⁶PH+PZ - priemyselné hnojivá + pozberové zvyšky

Príjem živín rastlinami ovplyvňujú živiny pôdnej zásoby, živiny dodané hnojivami, ekologické faktory, interferenčné vplyvy pri prijíme živín a príjmová kapacita rastlín (Candraková et al., 2015).

Príjem živín v jednotlivých rokoch korešponduje s dosiahnutou úrodou. Najnižší príjem makroživín (N, P, K, Ca, Mg) ($303,4 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) bol pri minimalizácii, pri ktorej sa dosiahla aj najnižšia úroda, naopak, najvyšší príjem živín ($326,7 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) bol pri redukčnom obrábaní pôdy s najvyššou úrodou fytomasy. Odroda Dunaj v priemere troch pokusných rokov a variantov pokusu prijala fytomasou $136,6 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ N, $19,3 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ P, $82,4 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ K, $60,5 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ Ca a $16 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ Mg (tab. 3).

Zistený korelačný koeficient ($r = 0,9451^{+++}$) vyjadruje veľmi vysokú lineárnu závislosť medzi tvorbou úrody fytomasy a príjmom makroživín (N, P, K, Ca, Mg) fytomasou hrachu siateho.

Tabuľka 2 Štatistické vyhodnotenie úrody semena hrachu siateho

Rok		Úroda semena ($\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$)		Hnojenie	
		Obrábanie			
2009	1,80 ^a	Konvenčné (B ₁)	3,12 ^a	Kontrola (0)	2,91 ^a
2010	4,27 ^c	Redukované (B ₂)	3,28 ^b	Priem. hnojivá (PH)	3,21 ^b
2011	3,41 ^b	Minimálne (B ₃)	3,08 ^a	Priem. hnojivá + pozberové zvyšky (PH+PZ)	3,35 ^c

$\alpha_{0,05} = 0,0863$; $\alpha_{0,01} = 0,1089$

Tabuľka 3 Odber živín fytomasou hrachu siateho (priemer rokov 2009 - 2011)

Variant		Semeno					Semeno + slama					Σ
		N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg	
		$\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$										
B ₁	O	95,6	13,4	35,7	3,4	4,0	126,8	17,2	69,6	58,3	14,8	286,7
	PH	100,6	14,8	38,2	3,7	4,3	133,0	17,9	76,4	58,3	16,2	301,8
	PH+PZ	118,9	16,4	42,2	3,8	4,9	157,0	21,4	89,9	68,2	18,2	354,7
\bar{x}		105,0	14,9	38,7	3,6	4,4	138,9	18,8	78,6	61,6	16,4	314,4
B ₂	O	105,3	14,7	36,2	3,5	4,2	135,9	18,3	78,7	61,6	15,2	309,7
	PH	106,5	15,8	41,1	3,9	4,6	141,7	20,4	92,2	63,8	17,2	335,3
	PH+PZ	105,4	15,8	42,6	3,6	4,8	140,1	20,5	94,0	64,0	17,4	336,0
\bar{x}		105,7	15,4	40,0	3,7	4,5	139,2	19,7	88,3	63,1	16,6	326,7
B ₃	O	103,6	15,5	33,4	3,3	3,9	118,7	17,2	76,3	53,6	14,2	280,0
	PH	108,2	13,3	36,5	3,7	4,7	138,4	21,2	79,7	59,1	15,7	314,1
	PH+PZ	100,6	16,4	37,5	3,6	4,4	138,2	19,4	85,1	58,1	15,3	316,1
\bar{x}		104,1	15,1	35,8	3,5	4,3	131,8	19,3	80,4	56,9	15,1	303,4
$\bar{\bar{x}}$		104,9	15,1	38,2	3,6	4,4	136,6	19,3	82,4	60,5	16,0	314,8

Fecenko a Ložek (2000) uvádzajú, že hrach odoberie jednou tonou úrody semena a zodpovedajúceho množstva slamy $63 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ N, $7,5 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ P, $37 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ K, $25 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ Ca a $3,6 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ Mg. Nami zistené hodnoty pre odrodu Dunaj v priemere troch pokusných rokov a variantov pokusu sú nižšie: $43,3 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ N, $6,1 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ P, $26,1 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ K, $19,2 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ Ca a $5,1 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ Mg (tabuľka 4).

Tabuľka 4 Export živín pripadajúci na 1 tonu semena a príslušného množstva hrachovej slamy

Variant		Semeno					Semeno + slama					
		N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg	
		$\text{kg}\cdot\text{t}^{-1}$										
B ₁	O	33,2	4,7	12,4	1,2	1,4	44,0	6,0	24,2	20,3	5,1	
	PH	33,2	4,9	12,6	1,2	1,4	43,9	5,9	25,2	19,2	5,3	
	PH+PZ	34,5	4,8	12,2	1,1	1,4	45,5	6,2	26,1	19,8	5,3	
\bar{x}		33,6	4,8	12,4	1,2	1,4	44,5	6,0	25,2	19,8	5,2	
B ₂	O	34,3	4,8	11,9	1,1	1,4	44,7	6,0	25,9	20,3	5,0	
	PH	31,4	4,7	12,3	1,2	1,4	42,3	6,1	27,5	19,0	5,1	
	PH+PZ	30,9	4,6	12,3	1,1	1,4	40,6	5,9	27,3	18,5	5,1	

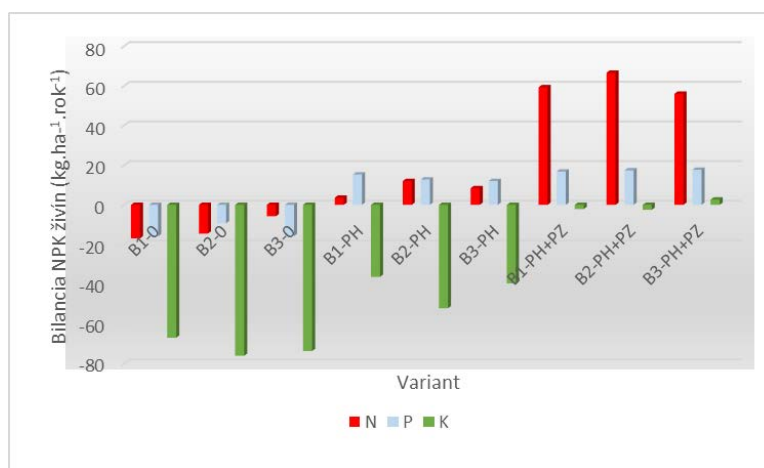
Variant	Semeno					Semeno + slama					
	N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg	
\bar{x}	32,2	4,7	12,2	1,1	1,4	42,5	6,0	26,9	19,3	5,1	
B ₃	O	31,9	4,7	11,8	1,2	1,4	42,1	6,0	27,1	19,0	5,0
	PH	31,9	5,0	11,2	1,1	1,4	42,6	6,5	24,5	18,2	4,8
	PH+PZ	34,2	4,9	11,9	1,1	1,4	43,8	6,1	26,9	18,4	4,8
\bar{x}	32,7	4,9	11,6	1,1	1,4	42,8	6,2	26,2	18,5	4,9	
Priemer	32,8	4,8	12,1	1,1	1,4	43,3	6,1	26,1	19,2	5,1	

Bilancia živín sa uplatňuje ako indikátor udržateľného hospodárenia na pôde. Kvantitatívny odber živín rastlinami z pôdy je dôležitý pre zistenie miery degradácie pôdy a návrhu nápravných opatrení (Roy et al., 2003).

Bilanciu živín pri pestovaní hrachu siateho významne ovplyvnili aplikované hnojivá, fixácia vzdušného dusíka, príjem živín a zapravený vedľajší produkt. Symbiotická fixácia dusíka je fenoménom pozitívne vplyvujúcim na hladinu dusíka v pôde. V priemere troch pokusných rokov a variantov pokusu sa biologickou fixáciou získalo 103,3 kg.ha⁻¹N.

Bilancia NPK živín bola negatívna na kontrolnom nehnojenom variante Najvyšší deficit dusíka (-16,9 kg.ha⁻¹.rok⁻¹) a fosforu (-15,9 kg.ha⁻¹.rok⁻¹) bol pri klasickej orbe, najvyšší deficit draslíka (-76,1 kg.ha⁻¹.rok⁻¹) bol zistený pri redukovanom obrábaní pôdy (obrázok 2).

Na hnojených variantoch je bilancia dusíka kladná. Na variantoch racionálne hnojených priemyselnými hnojivami je nízky bilančný prebytok dusíka pohybujúci sa podľa spôsobu obrábania pôdy od 3,6 (B₁-PH) do 12 kg.ha⁻¹.rok⁻¹ (B₂-PH) a stredný bilančný prebytok fosforu (12,0 až 15,3 kg.ha⁻¹.rok⁻¹).



Obr. 2 Bilancia NPK živín pri pestovaní hrachu siateho v rokoch 2009-2011

Pri zapravení vedľajšieho produktu hrachu siateho (var. PH+PZ) zisťujeme vysoký bilančný prebytok dusíka, t. j. 56 až 66,6 kg.ha⁻¹.rok⁻¹, ktorý za určitých pôdno-ekologických môže viesť ku kontaminácii vodných zdrojov dusičnanmi. Zaradením strniskovej medziplodiny horčice bielej po zbere hrachu siateho sa toto riziko znižuje, čo potvrdzujú aj výsledky viacerých autorov (Gregorová, 1994; Bízik a Balog, 1994; Dryšlová a Procházková, 2007) Pri plytkom zapravení slamy hrachu siateho bol nízky bilančný prebytok draslíka (2,2 kg.ha⁻¹.rok⁻¹). Pri orbe bol deficit draslíka nízky (-2,1, resp. -2,5 kg.ha⁻¹.rok⁻¹).

Udržateľnému hospodáreniu na pôde sa najviac približuje variant racionálne hnojený priemyselnými hnojivami v interakcii s klasicou orbou s nízkym bilančným prebytkom dusíka (N = 3,6 kg.ha⁻¹.rok⁻¹), stredným prebytkom fosforu (P = 15,3 kg.ha⁻¹.rok⁻¹) a deficitom draslíka (K = -36,3 kg.ha⁻¹.rok⁻¹).

ZÁVER

V poľnom pokuse pri pestovaní hrachu siateho sa dosiahla štatisticky významne vyššia úroda semena pri redukovanom obrábaní pôdy ($3,28 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) ako pri klasickej orbe ($3,12 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) a minimalizácii ($3,08 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$). Hnojené varianty poskytli vysoko preukazne vyššiu úrodu hrachu siateho ako nehnojená kontrola. V porovnaní s kontrolou bola priemerná úroda vyššia o 10,3 % až 15,1 %. Nedostatok zrážok v období zakladania generatívnych orgánov v roku 2009 nepriaznivo ovplyvnil úrodu semena hrachu siateho, ktorá bola v porovnaní s rokom 2010 a 2011 štatisticky významne nižšia.

Medzi úrodou fytohmoty a príjmom makroživín fytohmotou hrachu siateho bola zistená veľmi vysoká lineárna závislosť ($r = 0,9451^{+++}$).

Odroda Dunaj v priemere troch pokusných rokov a variantov pokusu jednou tonou semena a príslušného množstva slamy prijala $43,3 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ N, $6,1 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ P, $26,1 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ K, $19,2 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ Ca a $5,1 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ Mg.

Zapravením vedľajšieho produktu hrachu siateho do pôdy (var. PH+PZ) zisťujeme vysoký bilančný prebytok dusíka (56 až $66,6 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$), ktorý za určitých pôdno-ekologických podmienok môže viesť ku kontaminácii vodných zdrojov dusičnanmi. Zaradením strniskovej medziplodiny horčice bielej po zbere hrachu siateho sa toto riziko znižuje. Udržateľnému hospodáreniu na pôde sa najviac približuje variant racionálne hnojený priemyselnými hnojivami v interakcii s konvenčným obrábaním pôdy. Hnojenie realizované na základe obsahu prístupných živín v pôde patrí k významným faktorom determinujúcim výšku úrody i poveternostne nepriaznivých rokov.

Podakovanie:

Príspevok vznikol za podpory vedecko-výskumného projektu VEGA 1/0816/11

LITERATÚRA

- BÍZIK, J. - BALOG, Z. 1994. Pohyb a akumulácia anorganického dusíka v hnedozemi. In *Rostlinná výroba*, roč. 40, č. 10, s. 877-887.
- BOJŇANSKÁ, T. - VOLOŠINOVÁ, V. 2005. Dependence of pea quality on growing system. In *Agriculture (Poľnohospodárstvo)*, roč. 51, č. 10, s. 539-547.
- BOYER, J.D. 1982. Plant productivity and environment. *Science*, 218, s. 443-448.
- CANDRÁKOVÁ, E. - HANÁČKOVÁ, E. - ŽEMBERY, J. 2015. *Pestovanie poľných plodín vo vyváženom oševnom postupe*. Nitra: SPU, 2015, 145 s. ISBN 978-80-552-1352-1.
- DRYŠLOVÁ - PROCHÁZKOVÁ, 2007. cit. Candráková, E. et.al. 2015. *Pestovanie poľných plodín vo vyváženom oševnom postupe*. Nitra: SPU, 2015, 145 s. ISBN 978-80-552-1352-1.
- FECENKO, J. - LOŽEK, O. 2000. *Výživa a hnojenie poľných plodín*. Nitra: SPU a DUSLO Šaľa, 2000, 452 s. ISBN 80-7137-777-5.
- GREGOROVÁ, H. 1994. Produkčná a mimoprodukčná funkcia medziplodín v ekologickom systéme hospodárenia na pôde v nížinnej oblasti. *Záverečná správa*. Nitra: VŠP, 1994.
- HANÁČKOVÁ, E. 2008. Bilancia NPK živín v oševnom postupe. *Habilitačná práca*. Nitra: SPU, 2008, 233 s.
- HANÁČKOVÁ, E. - CANDRÁKOVÁ, E. - MACÁK, M. 2010. *Udržateľný technologický systém pestovania hrachu siateho (Pisum sativum L.)*. Nitra: SPU, 2010, 162 s. ISBN 978-80-552-0345-4.
- HANÁČKOVÁ, E. - SLAMKA, P. 2011. Production process of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) under different soil cultivation and fertilization. In *Research Journal of Agricultural Science*, roč. 43, č. 1, s. 56-61.
- 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*, roč. 60, č. 3, s. 105-114.
- JAMRIŠKA, P. - RÜCKSCHLOSS, E. - HAŠANA, R. - KUBIŠOVÁ, A. 2005. Účinok hnojenia pšenice letnej f. ozimnej na úrodu zrna v odlišných poveternostných podmienkach. In *Agriculture (Poľnohospodárstvo)*, roč. 51, č. 10, s. 513-520.
- NAYYAR, A. - HAMEL, CH. - GOSSEN, B. D. - HANSON, K. - GERMIDA, J. 2009. Soil microbial quality associated with yield reduction in continuous-pea. In *Applied Soil Ecology*, roč. 43, s. 115-121.

- ONDRIŠÍK, P. 2013. *Dynamika anorganického dusíka v pôde a možnosti jej regulácie*. Nitra: SPU, 97 s. ISBN 978-80-552-1032-2.
- ORSÁGOVÁ, K. - NOZDROVICKÝ, L. 2007. *Vplyv rôznych spôsobov obrábania pôdy na chemické vlastnosti pôdy*. Nitra: SPU, 128 s. ISBN 978-80-8069-988-8.
- RICHTER, R. - HLUŠEK, J. 1999. *Výživa a hnojení rostlin. I. obecná část*. Brno: MZLU, 177 s. ISBN 80-7157-138-5.
- ROY, R.N. - MISRA, R. V. - LESSCHEN, J. P. - SMALING, E. M. 2003. *Assessment of soil nutrient balance*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 87 s. ISBN 92-5-105038-4.
- ŠARIKOVÁ, D. 2005. Vplyv hnojenia na úrodu a úrodnostné prvky sledovaných odrôd hrachu siateho In *Zborník vedeckých prác 21*. Michalovce: VÚRV-ÚA, s. 31-39. ISBN 80-88790-44.
- XIONG, L. - ISHITANI, M. - ZHU, J-K. 1999. Interaction of osmotic stress, temperature and abscisic acid in the regulation of gene expression in Arabidopsis. *Plant Physiology*, 119, s. 205-212.
- Adresa autora: doc. Ing. Eva Hanáčková, PhD., Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail: Eva.Hanackova@uniag.sk

LÁTKOVÉ ZLOŽENIE SEMIEN VYBRANÝCH STRUKOVÍN V ZÁVISLOSTI OD PODMIENOK PESTOVANIA

Substance composition in seeds of selected legumes based on growing conditions

EVA CANDRÁKOVÁ

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, FAPZ, Katedra rastlinnej výroby

*Importance of legumes is based mainly on their quality, which is expressed by content of substances in seeds. The work evaluates the composition of the seeds of soybean (*Glycine max L.*) and white lupine (*Lupinus albus L.*) depending on growing conditions. The results are from the years 2005 and 2006. The field experiment was established at University farming enterprise in Oponice (48 ° 28'N, 18 ° 9'E). Sowing rate was 0.6 mil. germinable seeds per hectare. Examined variants: 1. Control; 2. Fertilizer LAV at a rate of 30 and 40 kg of net nitrogen per hectare; 3. Fertilizer DAM 390 at a rate of 20 kg of net nitrogen per hectare. Calcium ammonium nitrate (LAV) was applied after creation of the first true leaves and DAM 390 (urea ammonium nitrate) in the phase of pods development. Statistical evaluation showed the high-significant influence of growing season on seed yield and protein content. Also fertilization treatments had a significant effect. The fat content in both legumes was significantly influenced by years of study and application of nitrogen fertilizers. Conditions of year or fertilization treatments did not act significantly on the fiber and ash content. The content of crude protein (expressed in kilograms per hectare) was dependent on seed yield and protein content in seeds. The trend of crude protein content increase became evident after application of nitrogen fertilizer in both forms of nitrogen and in both legumes.*

Key words: *soybean, white lupine, harvest, seed composition, growing season*

ÚVOD

Strukoviny, ako významný zdroj bielkovín, sú využívané v humánnej výžive, ale aj vo výžive zvierat, kde tvoria súčasť kŕmnych zmesí. Najznámejšie strukoviny pestované na Slovensku sú hrach siaty a sója fazuľová. Nakoľko sója sa nemôže skrmovať v surovom stave, je potrebná jej úprava tepelným zdrojom. Alternatívou za sóju fazuľovú sa predpokladá lupina biela, ktorá sa nemusí tepelne upravovať.

V článku je hodnotené obdobie rokov 2005 a 2006, kedy sa začalo propagovať pestovanie lupiny bielej, ktorá mala znížený obsah alkaloidov a predpokladalo sa jej rozšírenie. V roku 2005 bola v SR vysiatá na 92 ha, ale zberová plocha štatisticky vykazovaná nie je. V roku 2006 sa plochy prudko zvýšili a zberala sa z plochy 1533 ha s úrodou semena 1,27 t.ha⁻¹ (Tibenská, 2007). V súčasnosti sa plochy ustálili a v roku 2015 sa zberala z plochy 609 ha.

Iná situácia je v pestovaní sóje fazuľovej. V roku 2005 sa zberala z plochy 10 898 ha s úrodou semena 1,74 t.ha⁻¹ a v roku 2006 sa zberala z plochy 12 036 ha s úrodou 1,71 t.ha⁻¹. V ostatných rokoch sa jej pestovateľské plochy prudko zvýšili a v roku 2015 sa zberala z výmery 43 724 ha s úrodou 2,0 t.ha⁻¹ (Jamborová, 2016).

Strukoviny patria do čeľade bôbovitých (*Fabaceae*), ktoré majú v ekosystéme na ornej pôde výnimočné postavenie, vyplývajúce z ich schopnosti žiť v symbióze s hrčkotvornými baktériami a za ich pomoci fixovať vzdušný dusík a zlepšovať úrodnosť pôdy. Významnou zvláštnosťou strukovín je malá reakcia na intenzifikačné faktory a vysoká elasticita vo vzťahu k ekologickým podmienkam prostredia (Petre et al., 1980).

Sója fazuľová (*Glycine max L.*) môže pútaním vzdušného dusíka prostredníctvom hrčkotvorných baktérií (*Bradyrhizobium japonicum*) zabezpečiť pre vlastný rast 65 až 74 % potreby dusíka, čo umožňuje výrazne redukovat' dávky dusíkatých hnojív (Shi-Jun, Zheng, 2003). Výsledky mnohých pokusov dokazujú, že sója dosahuje najvyššie úrody, keď sa symbioticky fixovaný dusík vhodne dopĺňa dusíkom z pôdy. V prípade dostatočného rozvoja hrčkotvorných baktérií postačuje dávka dusíka 20 - 30 kg.ha⁻¹, na prekonanie tzv. hladového obdobia, v opačnom prípade sa dávka dusíka zvyšuje na 60 - 80 kg.ha⁻¹ (Fecenko a Ložek, 2000). Dávka fosforečných a draselných hnojív sa odvíja od obsahu prístupného fosforu a draslíka v pôde a plánovanej úrody semena sóje fazuľovej.

Sója prijme úrodou 1 tony semena a zodpovedajúceho množstva stoniek priemerne 90 kg N, 10,7 kg P, 29,8 kg K a 40 kg Ca (Fecenko a Ložek, 2000).

Lupina biela (*Lupinus albus*, L.) je stará kultúrna plodina. Jej genetické centrum je v oblasti Stredozemného mora. Semená lupiny sú vysoko kvalitnou alternatívou sójových semien vo fermentovaných indonézskejších a japonských jedlách. Semená bezalkaloidných lupín sa používajú v potravinárskom priemysle k obohacovaniu rôznych potravín bielkovinami, čím sa zlepšuje ich výživnosť a stráviteľnosť. Sladké lupiny sa môžu skrmovať v čerstvom stave od začiatku kvitnutia až do času, keď sa začínajú vyvíjať semená. Krmivo z lupiny zásobuje lyzínom a polysacharidmi zvieratá ako ošípané, hovädzí dobytok, hydinu, ovce a ryby (Benková, 2001). Lupina žije v symbióze s baktériami *Rhizobium leguminosarum*, biovar *lupini* a môže v priemere za vegetáciu fixovať 160 - 200 kg dusíka, z ktorého približne polovica zostáva v pôde (Vrabec, 2005).

Cieľom práce bolo zistiť vplyv ročníka, odrody a variantov hnojenia na úrodu a kvalitu semena strukovín v konkrétnych podmienkach pestovania.

MATERIÁL A METÓDY

Poľný maloparcelový pokus s pestovaním sóje fazuľovej a lupiny bielej bol založený v rokoch 2005 a 2006 vo Vysokoškolskom poľnohospodárskom podniku v Oponiciach, v teplom klimatickom regióne s nadmorskou výškou 168 m, s úhrnom zrážok za rok 607 mm, priemernou ročnou teplotou vzduchu 9,5 °C. Pôdny typ je hnedozem na spraši, pôdny druh stredne ťažká, hlinitá pôda. Pôdne vzorky pred založením pokusu boli odobrané z vrstvy pôdy 0,0 - 0,3 m pre potreby určenia dávok priemyselných hnojív. Obsah prístupného fosforu v pôde, podľa Mehlicha III, bol vyhovujúci až dobrý, draslíka dobrý až vysoký a horčíka dobrý až vysoký. Pôdna reakcia bola neutrálna so stredným obsahom humusu. Veľkosť parcelky bola 14 m². Skúmaná odroda sóje fazuľovej bola Korada. Termín sejby sóje fazuľovej: 3.5.2005, 27.4.2006. Termín zberu sóje fazuľovej: 10.10.2005, 20.10.2006. Odroda Korada pochádza z Kanady. Odporúča sa na pestovanie v repárskej výrobní oblasti. Rastliny sú nízke so žltouhnedým ochlpením. Kvet je fialový. Struk je svetlohnedý, nepukavý. Semená sú veľké, guľovitého tvaru, žltej až zelenožltej farby so žltým alebo hnedým pupkom. Zdravotný stav je celkovo dobrý.

V rokoch 2005 a 2006 bola na lokalite v Oponiciach skúmaná aj lupina biela, odroda Amiga, od francúzskej firmy, ktorá bola zaregistrovaná v roku 2004 v ČR (Vrabec, 2005). Termín sejby lupiny bielej: 2. 4. 2005, 6. 4. 2006. Termín zberu lupiny bielej: 30. 8. 2005, 10. 8. 2006.

Pre obidve plodiny boli zvolené rovnaké varianty hnojenia. 1. Kontrola, 2. LAV 30 a 40. Liadok amónno-vápenatý bol použitý v dávke 30 kg.ha⁻¹ (lupina) a 40 kg.ha⁻¹ (sója) čistých živín dusíka. 3. DAM 390 v dávke 20 kg.ha⁻¹ čistých živín dusíka. Liadok bol aplikovaný pri prvom páre pravých listov a DAM 390 pri tvorbe kvetných pukov. Vysievali sme 0,6 klíčivých semien na hektár. Na inokuláciu osiva sóje bol použitý prípravok HiStick obsahujúci baktérie *Bradyrhizobium japonicum* a osivo lupiny bolo inokulované prípravkom Rizobin.

Základná príprava pôdy po repe cukrovej pozostávala z jesennej orby do hĺbky 0,25 m. Na predsejbovú prípravu pôdy bol použitý kompaktor. Vysievali sme sejačkou Pnusej s medziriadkovou vzdialenosťou 125 mm. Porasty boli zberané bez desikácie.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Rast, úroda a kvalitu finálnych produktov poľných plodín ovplyvňujú teploty a zrážky, pri ktorých sú v súčasnosti pozorované výkyvy v množstve a nerovnomernosti ich rozdelenia počas vegetačného obdobia (tabuľka 1). V pestovateľskom ročníku 2005 vznikol, v porovnaní s normálom (1951-1980), veľký deficit vlhky v mesiaci jún, kedy sa pri lupine bielej nalievajú semená. V roku 2006 bola podobná situácia, ale s posunom o jeden mesiac (júl), kedy už dopad na nalievanie semien nebol taký veľký ako v predchádzajúcom ročníku. Teplotne boli obidva ročníky v normálnych hodnotách.

V rámci individuálneho rastu a vývinu každého druhu existujú kritické obdobia v požiadavkách na vodu. Je to obdobie vzhádzania, tvorby pukov a nalievania semien. Nedostatok vlhky v týchto obdobiach blokuje tvorbu a transport asimilátov, inhibuje aktivitu rizóbií, zapríčiňuje zhadzovanie strukov, ovplyvňuje vývin semien a ich predčasné dozrievanie (Kostrej, 1998).

Zvýšené nároky na vodu sú v období kvitnutia a nalievania semien (Pospišil a Candráková, 2004). V porovnaní s hrachom siatym je lupina biela menej tolerantná k suchu a je potrebné zavlažovanie (Golz, 1993).

Pre sóju je, popri suchu, nevhodná i nadmerná vlhkosť. Dlhodobejšie atmosférické zrážky a vyššie hodnoty hydrotermických pomerov (zrážok a priemerných teplôt) vplyvajú na predĺženie vegetačného obdobia o 30 až 40 dní (Javor et al., 2001).

Tabuľka 1. Teploty a zrážky v rokoch 2005 a 2006

Mesiac	Rok							
	2005				2006			
	Teplota (°C)	Odchýlka normálu	Zrážky (mm)	% normálu	Teplota (°C)	Odchýlka normálu	Zrážky (mm)	% normálu
Apríl	11,0	0,9	78,7	183,0	11,4	1,3	48,1	111,86
Máj	15,2	0,4	60,9	110,7	14,0	-0,8	95,6	173,82
Jún	18,0	-0,3	31,5	45,0	19,2	0,9	63,9	91,29
Júl	20,7	1,0	59,0	92,2	22,6	2,9	23,7	37,03
August	19,1	-0,1	94,5	162,9	16,7	-2,5	84,0	144,83

Intenzifikačné faktory pri pestovaní sóje fazuľovej ovplyvňujú nielen úrodu, ale aj kvalitu semena. Vollmann et al. (2000) potvrdili preukazný vplyv priebehu podmienok pestovania na výšku úrody a obsah bielkovín v semene sóje fazuľovej. Tieto zistenia sa potvrdili aj v našom pokuse. Pre obidve strukoviny bol pre obsah bielkovín priaznivejší rok 2005. V semenách sóje fazuľovej bol zaznamenaný obsah 40,16 %. V roku 2006 bol obsah bielkovín na úrovni 36,03 % (tabuľka 2 a 3). Semeno lupiny v roku 2005 obsahovalo 43,33 % bielkovín, čo je o 9,93 % viac ako v roku 2006 (tabuľka 4 a 5).

Viacerí autori (Áli-Khan and Youngs, 1973; Chrenková et al. 1995; Benda et al. 2000) potvrdzujú závislosť obsahu bielkovín od podmienok pestovateľského ročníka, ale aj genotypu, v čom sa zhodujú aj naše výsledky.

Tabuľka 2. Úroda a obsah látok v semene sóje fazuľovej v roku 2005, odroda Korada

Varianty hnojenia	Bielkoviny	Tuk	Vláknina	Popol	Úroda (t.ha ⁻¹)	Hrubé bielkoviny (kg.ha ⁻¹)
	%					
Kontrola	38,38	13,57	13,76	5,62	4,74	1819,21
LAV 40	40,77	13,54	11,17	5,69	4,36	1777,57
DAM 390	41,34	13,31	11,64	5,71	3,51	1451,03
Priemer	40,16	13,47	12,19	5,67	4,20	1682,60

Benda et al. (2000) uvádzajú, že v semene sóje fazuľovej sa nachádza 37,1 % bielkovín, 18,5 % tuku, 5,4 % vlákniny a 1,7 % popola. Nami analyticky stanovený priemerný obsah bielkovín, popola a vlákniny v semenách sóje fazuľovej je vyšší, obsah tuku nižší (tabuľka 2 a 3). Podmienky ročníka sa v podstate na obsahu tuku a popola neprejavili. V obsahu vlákniny vznikol rozdiel medzi rokom 2005 a 2006 iba 0,52 % v prospech roka 2006 (5,72 %).

Na vysoký obsah hrubého proteínu priaznivo pôsobia vyššie teploty a nízka relatívna vlhkosť vzduchu (Petr et al., 1987), čo sa v našom pokuse za obdobie dvoch rokov priamo nepotvrdilo. Rozdiely v teplotách boli nízke.

Tabuľka 3. Úroda a obsah látok v semene sóje fazuľovej v roku 2006, odroda Korada

Varianty hnojenia	Bielkoviny	Tuk	Vláknina	Popol	Úroda t.ha ⁻¹	Hrubé bielkoviny (kg.ha ⁻¹)
	%					
Kontrola	32,11	13,78	11,04	5,68	3,39	1088,53
LAV 40	37,89	14,12	12,27	5,87	4,18	1583,80
DAM 390	38,10	12,70	11,69	5,62	3,48	1325,88
Priemer	36,03	13,53	11,67	5,72	3,68	1332,73

Lupina biela reagovala na podmienky ročníka obsahom tuku výraznejšie. Rozdiel bol až 4,41 % v prospech roka 2005 (10,39 %). Obsah vlákniny bol vyšší v roku 2006 (12,73 %) o 1,76 % ako v roku 2005. Obsah popola bol vyrovnaný (3,93 % v roku 2006 a 3,85 % v roku 2005).

Ako uvádza Šínský et al. (1985), semená lupiny obsahujú 30 – 45 % bielkovín, 10 – 18 % tukov (s vysokým podielom kyseliny linolovej), 10 % vlákniny a asi 4 % popolovín. Bielkoviny sú zložené z aminokyselín, ktorých zastúpenie v semenách jednotlivých strukovín je odlišné. Od ich obsahu závisí hodnota bielkovín.

Lupina biela reagovala podobne ako sója fazuľová s rozdielom v roku 2005, kedy medzi variantom hnojeným DAM 390 bol obsah bielkovín nižší o 0,50 % ako na kontrolnom variante (44,70 %). V obsahu hrubých bielkovín v semene boli malé rozdiely. Najvyšší obsah (2099,69 kg.ha⁻¹) bol na variante LAV 30 a najnižší na kontrolnom variante (2002,25 kg.ha⁻¹).

Tabuľka 4. Úroda a obsah látok v semene lupiny bielej v roku 2005, odroda Amiga

Varianty hnojenia	Bielkoviny	Tuk	Vláknina	Popol	Úroda t.ha ⁻¹	Hrubé bielkoviny (kg.ha ⁻¹)
	%					
Kontrola	44,70	10,32	11,14	3,98	4,48	2002,25
LAV 30	41,09	9,19	10,39	3,80	5,11	2099,69
DAM 390	44,20	11,65	11,39	3,78	4,67	2064,14
Priemer	43,33	10,39	10,97	3,85	4,75	2055,36

V roku 2006 reagovala lupina rovnako, ale rozdiely boli vyššie. Najviac hrubých bielkovín vyprodukoval variant po aplikácii liadku (1829,64 kg.ha⁻¹) pri úrode semena 5,79 t.ha⁻¹. Najmenej hrubých bielkovín bolo na kontrolnom variante (1712,64 kg.ha⁻¹) s najnižšou úrodou semena (5,07 t.ha⁻¹). Výsledky sú v tabuľke 4 a 5.

Tabuľka 5. Úroda a obsah látok v semene lupiny bielej v roku 2006, odroda Amiga

Varianty hnojenia	Bielkoviny	Tuk	Vláknina	Popol	Úroda t.ha ⁻¹	Hrubé bielkoviny (kg.ha ⁻¹)
	%					
Kontrola	33,78	4,91	12,53	3,92	5,07	1712,64
LAV 30	31,60	6,31	13,79	3,89	5,79	1829,64
DAM 390	34,82	6,72	11,86	3,97	5,21	1814,12
Priemer	33,40	5,98	12,73	3,93	5,36	1785,46

Aplikácia dusíka pôsobila pozitívne na obsah bielkovín pri obidvoch strukovínach. Sója v obidvoch rokoch reagovala zvýšením obsahu bielkovín lepšie na listovú aplikáciu hnojiva DAM 390 ako na pevnú formu dusíka v liadku amónnom. Napriek tomu bola v roku 2005 produkcia bielkovín z hektára najnižšia (1451,03 kg.ha⁻¹), pretože úroda semena bola nižšia (3,51 t.ha⁻¹) ako na kontrolnom variante (4,74 t.ha⁻¹), kde bola produkcia hrubých bielkovín najvyššia (1819,21 kg.ha⁻¹). V roku 2006 bola produkcia hrubých bielkovín na hektár najvyššia na variante LAV 40 (1583,80 kg.ha⁻¹) a najnižšia na kontrolnom variante (1088,53 kg.ha⁻¹) s najnižšou úrodou semena (3,39 t.ha⁻¹).

Vplyv ročníka pôsobil vysoko preukazne na úrodu a obsah bielkovín sóje fazuľovej. Na obsah tuku, vlákniny a popola sa podmienky ročníka štatisticky preukazne neprejavili. Aplikované hnojivo

LAV 40 pôsobilo preukazne na úrodu semena, obsah bielkovín a tuku v semene sóje. Na vlákninu a popol hnojivo nepôsobilo (tabuľka 6). Vollmann et al. (2000) zistili priame korelačné vzťahy medzi úrodou semena a obsahom proteínu.

Tabuľka 6. Štatistické vyhodnotenie úrody a zloženia semena sóje fazuľovej (Analýza rozptylu, Tukey test)

Faktor	Úroda (t.ha ⁻¹)	Bielkoviny	Tuk	Vláknina		Popol
				(%)		
Rok	P 0,05=0,4610	1,1125	0,4380	0,5932		0,0924
2005	4,20b	40,16b	13,47a	12,19a		5,67a
2006	3,68a	36,03a	13,53a	11,66a		5,72a
Var. hnoj.	P 0,05=0,7246	2,2118	0,7359	1,1793		0,1387
Kontrola	4,06ab	35,24a	13,67ab	12,40a		5,65a
LAV 40	4,27b	39,33b	13,83b	11,72a		5,78a
DAM 390	3,49a	39,72b	13,00a	11,66a		5,66a

Pôsobenia faktorov na lupinu bielu bolo podobné ako pri sóji. Úroda semena a obsah bielkovín boli vysoko preukazne ovplyvnené ročníkom, ale podmienky ročníka pôsobili preukazne aj na obsah tuku, vlákny a popola.

Z variantov hnojenia mal na úrodu vysoko preukazný vplyv LAV 30. Obsah bielkovín bol preukazne vyšší po aplikácii DAM 390, ale aj na kontrolnom variante. DAM 390 pôsobil preukazne aj na obsah tuku. Hnojenie neovplyvnilo štatisticky preukazne obsah vlákny a popola v semenách lupiny (tabuľka 7).

Tabuľka 7. Štatistické vyhodnotenie úrody a zloženia semena lupiny bielej (Analýza rozptylu, Tukey test)

Faktor	Úroda (t.ha ⁻¹)	Bielkoviny	Tuk	Vláknina		Popol
				(%)		
Rok	P 0,05=0,0834	0,4236	0,5949	0,4199		0,0716
2005	4,75a	43,33b	10,38b	10,97a		3,85a
2006	5,35b	33,40a	5,98a	12,72b		3,92b
Var. hnoj.	P 0,05=0,1311	0,8421	1,1827	0,8347		0,1407
Kontrola	4,77a	39,24b	7,61a	11,83a		3,95a
LAV 30	5,45c	36,34a	7,75a	12,09a		3,84a
DAM 390	4,94b	39,51b	9,18b	11,62a		3,87a

ZÁVER

Sója fazuľová a lupina biela sú strukoviny, ktoré majú významné postavenie vo výžive ľudí (najmä sója) a zvierat (lupina). Z tohto hľadiska je dôležitá ich výživná hodnota, ktorá je vyjadrená obsahom látok v ich semenách. Z výsledkov pokusu vyplynulo, že ročník pôsobil štatisticky preukazne nielen na úrodu semien obidvoch strukovín, ale z obsahových látok aj na obsah bielkovín v semenách obidvoch strukovín. Pri lupine bielej pôsobili podmienky ročníka preukazne aj na obsah tuku, vlákny a popola. Hnojenie liadkom a tekutým hnojivom DAM 390 pôsobil štatisticky preukazne na úrodu semena a obsah bielkovín a tuku pri obidvoch strukovinách. Na obsah vlákny a popola hnojivá pôsobili nepreukazne. Obsah hrubých bielkovín, vyjadrený v kilogramoch z hektára, je závislý od úrody semena a obsahu bielkovín v semenách. Prejavil sa trend ich zvýšenia po aplikácii dusíkatých hnojív, v obidvoch formách dusíka, pri obidvoch strukovinách. Strukoviny, okrem vysokej výživnej hodnoty, majú veľmi významný vplyv na úrodnosť pôdy, čím nachádzajú plné uplatnenie v trvalo udržateľnom poľnohospodárstve.

Na základe dosiahnutých výsledkov môžeme odporučiť pestovanie lupiny bielej pre prax, nakoľko úrody semena boli vysoké a môžu byť rentabilné. Kvalitou semena sa vyrovná sóji fazuľovej a semená netreba pred skrmovaním tepelne upravovať. Použitím dusíkatých hnojív sa dá zvýšiť obsah bielkovín v semenách lupiny bielej aj sóje fazuľovej.

Podakovanie: VEGA 1/0820/15 „Udržateľný systém hospodárenia na pôde s cieľom dosiahnutia vysokých a kvalitných úrod plodín zaradených vo vyváženom oševnom postupe za použitia vybraných intenzifikačných opatrení“.

LITERATÚRA

- ÁLI-KHAN, S. T., YOUNGS, C.G. 1973: Variation in protein content of field peas. In *Canadian Journal of Plant Science*, 53 (1), 37 - 41.
- BENDA, V., BABŮREK, I., ŽDÁRSKÝ, J. 2000: *Biologie II*. Nauka o potravinářských surovinách. Praha : Vysoká škola chemicko-technologická, s. 77 - 85.
- BENKOVÁ, M. 2001: Lupina – zabudnutá plodina na Slovensku. In: *Prírodné bohatstvo a kultúrne dedičstvo Liptova*. Nitra : SPU, 2001, s. 135 - 138.
- FECENKO, J., LOŽEK, O. 2000: *Výživa a hnojenie poľných plodín*. SPU Nitra, 2000, 452 s. ISBN 80-7137-777-5.
- GOLZ, T. 1993: Lupin. In *Alternative Agriculture Series* [online]. 1993, no. 8. Dostupné na internete: <http://www.ag.ndsu.edu/pubs/alt_ag/lupin.htm>.
- CHRENKOVÁ, M., ČEREŠŇÁKOVÁ, Z., SLAMĚNA, Z., SOMMER, A. 1995: Faktory ovplyvňujúce biologickú hodnotu a stráviteľnosť N-látok v novošľachtených odrodách hrachu siateho. In: *Journal of farm Animal Science*. Bratislava : Slovak Academic Press.
- JAMBOROVÁ, M. 2015: Strukoviny. Situačná a výhľadová správa k 30. 6. 2015, VÚEPP Bratislava, roč. XXI, ISBN 978-80-8058-568-6
- JAVOR, E., SUROVČÍK, J. et al. 2001: *Technológia pestovania strukovín*. Piešťany : VÚRV, 60 s.
- KOSTREJ, A. a i. 1998: *Ekofyziológia produkčného procesu porastu a plodín*. SPU v Nitre, 1998, 187 s. ISBN 80-7137-528-4.
- PETR, J., ČERNÝ, V., HRUŠKA, L. a i. 1980: *Tvorba výnosu hlavných poľných plodín*. Praha, 1980, 07-069-80-04/11.
- PETR, J., BAIER, J., BUREŠ, R. et al. 1987: *Počasi a výnosy*. Praha : SZN, 368 s.
- POSPÍŠIL R., CANDRÁKOVÁ E. 2004: *Strukoviny*. Bratislava : ÚVTIP-NOI, 2004, 85 s. ISBN 80-89088-39-2.
- SHI-JUN, ZHENG. 2003: *How a Soybean Plant Develops*, Iowa State University of Science and Technology Cooperative Extension Service Ames, Iowa, 2003.
- ŠINSKÝ, T. a i. 1985: *Strukoviny*. Příroda, 1985, 157 s.
- TIBENSKÁ, H. 2007: *Strukoviny*. Situačná a výhľadová správa k 30.6.2007. © VÚEPP Bratislava, 2007, ISSN 1337-4559
- VOLLMANN, J., WINKLER, J., FRITZ, C.N., GRAUSGRUBER, H., RUCKENBAUER, P. 2000: Spatial field variations in soybean (*Glycine max* [L.] Merr.) performance trials affect agronomic characters and seed composition. In: *European Journal of Agronomy* 12, 2000, 13 - 22.
- VRABEC, J. 2005: *Metodika pěstování a využití*. Lupina bíla (*Lupinus albus* L.) Amiga. 2005.

Adresa autora: Ing. Eva Candráková, PhD., Katedra rastlinnej výroby, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, SPU, Trieda A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, tel. 037/6508 224, e-mail: Eva.Candrakova@uniag.sk

PESTOVANIE SÓJE FAZUĽOVEJ NA SLOVENSKU A V POKUSOCH NPPC – VÚRV PIEŠŤANY

Soybean growing in Slovakia and in experiments NAFC – RIPP Piešťany

RASTISLAV BUŠO - ROMAN HAŠANA

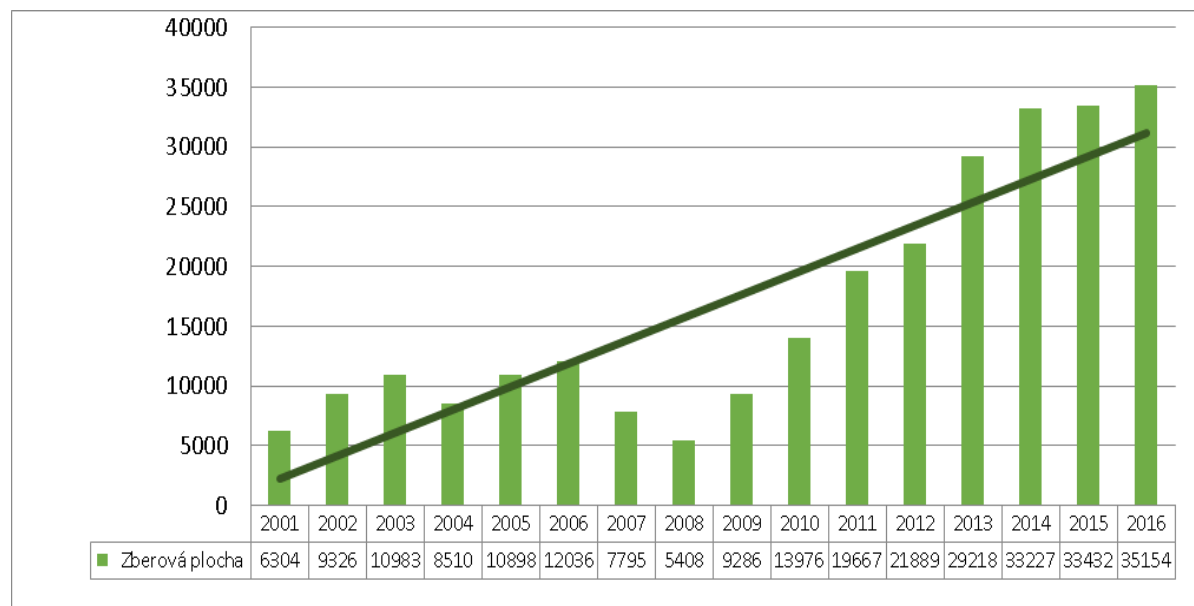
Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav rastlinnej výroby Piešťany,

The aim of the study was to investigate an influence of different soil tillage technologies on seed yield of soybean in Slovak Republic and in field experiment conducted by National Agricultural and Food Centre - Research Institute of Plant Production Piešťany. Field experiment was established in growing seasons 2001 – 2015 in Research Station Borovce (NAFC – RIPP Piešťany). Experiment was conducted in four different soil tillage technologies: conventional, minimization, mulch and no-till technology. More significant a difference between the technologies is reflected both in the dry years 2001, 2003, 2012 and more humid in the years 2010 and 2014. The largest harvested area in Slovakia was in year 2015 (35 154 ha). The highest yield of soyabean in Slovakia was in year 2014 (2.53 t.ha⁻¹).

Key words: soil tillage technologies, weather, yield of soyabean

ÚVOD

V ostatných rokoch sme aj na Slovensku svedkami zvyšovania zberových plôch sóje fazuľovej. Jej plochy sa, v porovnaní s údajmi zo začiatku tohto storočia, o niečo viac ako strojnásobili. Ako možno vidieť v obrázku č.1 po istej stagnácii až poklese osevných plôch sóje z rokov 2005 až 2008 postupne od roku 2009 zaznamenávame jej postupný nárast, keď v minulom roku 2014 ako aj v roku 2015 už osiate plochy sóje výrazne prekračujú hranicu 30 tisíc hektárov. Hlavnou pestovateľskou oblasťou je východoslovenský región (približne polovica z celkovej výmery sóje v SR), predovšetkým lokality v Košickom kraji, ale postupne sa pestovanie sóje „udomácňuje“ aj v ostatných regiónoch Slovenska (Banskobystrický a Nitriansky kraj).

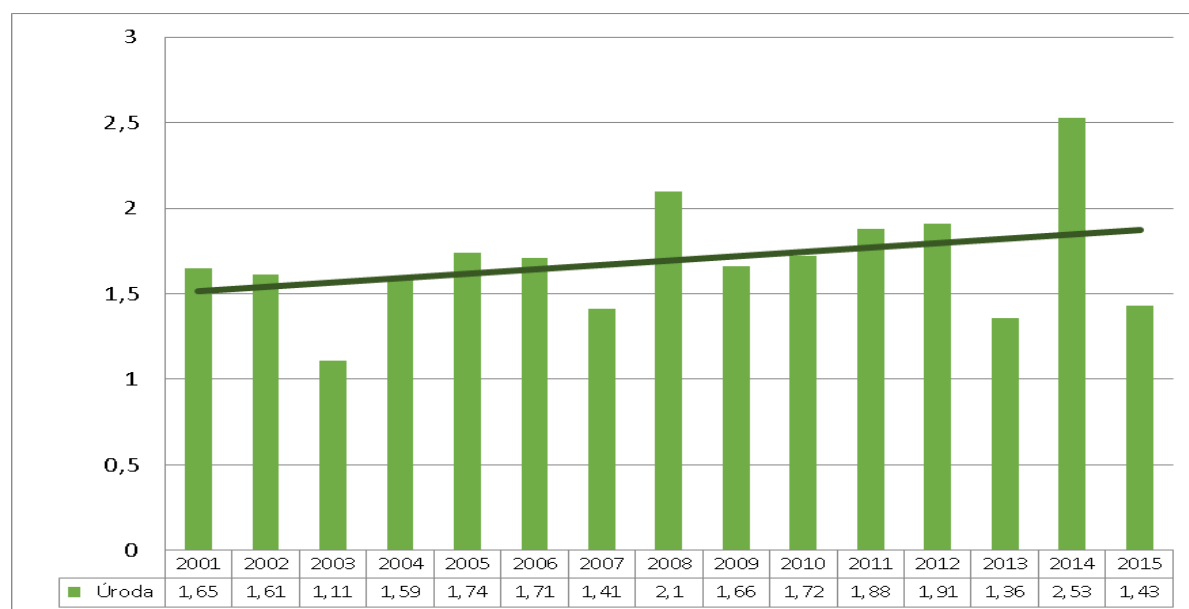


Obrázok 1. Zberová plocha sóje fazuľovej v SR (ha) v rokoch 2001 – 2016

Sója je jedným z najvýznamnejších zdrojov oleja a bielkovín využívaná pre ľudskú výživu a výživu zvierat. Veľmi dôležitý je aspekt agronomicko-pestovateľský a agroekologický, ktorý podporuje trvalo udržateľný rozvoj rastlinnej výroby (Javor, Surovčík et al., 2001). Sója fazuľová patrí medzi bôbovité rastliny, ktoré majú v ekosystéme na ornej pôde výnimočné postavenie, vyplývajúce z

ich schopnosti žiť v symbióze s baktériami a za ich pomoci fixovať vzdušný dusík. Sója fazuľová žije v symbióze s hrčkotvornými baktériami, ktoré pútajú vzdušný dusík, obohacujú ním pôdu a zvyšujú úrodnosť (Škrobáková, 1995). Ročne je sója schopná viazať zo vzduchu v priemere 60 kg.N.ha^{-1} , čo umožňuje výrazne redukovať dávky dusíkatých hnojív. Sója patrí k plodinám zlepšujúcim úrodnosť pôdy. Významnou zvláštnosťou sóje je malá reakcia na intenzifikačné faktory a vysoká elasticita vo vzťahu k ekologickým podmienkam prostredia. Fecenko, Ložek, (2000) odporúčajú pri predsejbovom obrábaní pôdy v prípade dostatočného rozvoja hrčkotvorných baktérií aplikovať dávku dusíka $20\text{-}30 \text{ kg.ha}^{-1}$, v opačnom prípade ju zvýšiť na $60\text{-}80 \text{ kg.ha}^{-1}$. Vhodné sú liadkové aj amoniakové formy dusíkatých hnojív. Odber živín na 1 t semena a zodpovedajúceho množstva slamy je 90 kg N , $10,7 \text{ P}$, $29,8 \text{ K}$ a 40 kg Ca .

V súčasnosti pestovanie sóje fazuľovej naberá na význame aj v súvislosti so zavedením novej tzv. ekologizačnej priamej platby, pre priznanie ktorej musí pestovateľ spĺňať predpísané kritéria. Jedným z kritérií plnenia je aj existencia oblastí ekologického záujmu a v rámci tohto kritéria pre splnenie požadovaných podmienok je jednou z možností aj pestovanie dusík viažucich rastlín. Keďže každý podnik, resp. pestovateľ s výmerou väčšou ako 5 ha je povinný vyčleniť minimálne 5 % plôch obhospodarovanej ornej pôdy, ako spomínané oblasti ekologického záujmu, práve aj sója fazuľová môže byť vhodným riešením pre plnenie týchto kritérií.



Obrázok 2. Úrody sóje fazuľovej v SR (t.ha^{-1}) v rokoch 2001 – 2015

Okrem významných výhod, ktoré pestovanie sóje, ale aj strukovín všeobecne, v rámci dnes často narušených osevných postupov so sebou prináša, jej zaraďovanie sa stretáva aj s istými úskaliami. K nevýhodám patrí aj veľká úrodová kolísavosť v jednotlivých pestovateľských ročníkoch, čo dokazuje aj obrázok 2, ktorá je spojená s meniacimi sa podmienkami prostredia (nedostatkom zrážok v kritických obdobiach formovania sa úrodovných prvkov, dlhým obdobím diferenciacie generatívnych orgánov a postupným kvitnutím). V čase kvitnutia a zrenia reaguje sója na výkyvy teplôt a relatívnej vlhkosti vzduchu. K redukcii dochádza opadom kvetných pukov, kvetov, malých strukov, zakladá sa malý počet normálne vyvinutých semien a tým i nižšej hmotnosti tisíc semien (HTS). Na začiatku vegetačného obdobia má sója pomalší rast, čo je kritické obdobie na zaburinenie. Podstatná časť strukovín je náchylná na pukavosť strukov, čo spôsobuje problémy v technológii zberu a pozberovej úprave. Pri vyššej vlhkosti vzniká nebezpečenstvo poškodzovania semien. Teplomilné strukoviny, medzi ktoré sója patrí, majú nízku odolnosť proti chladu. Poškodené rastliny sú náchylnejšie na choroby a škodcov. Výhodou sóje na rozdiel do väčšiny strukovín je, že sa pri jej pestovaní neprejavuje neznášanlivosť pestovania po sebe.

Cieľom príspevku je zdokumentovanie úrody sóje fazuľovej v dlhšom časovom období vo vzťahu k systémom obrábania pôdy a zhodnotenie ekonomickej efektívnosti dosiahnutej produkcie v súvislosti s rozdielnymi spôsobmi zakladania porastov sóje fazuľovej. Kvalitné základné obrábanie pôdy je zároveň opatrením, ktoré môže v podstatnej miere eliminovať negatívny vplyv nedostatku ako i nadbytku vodných zrážok a znížiť tým variabilitu úrody a zlepšiť kvalitu sóje (Šariková, Fecák, 2007). Po ozimnej pšenici na ílovitohlinitej pôde v kanadskom Ontáriu sója vysiatá do neobrobenej pôdy mala v porovnaní s konvenčnou agrotechnikou o 11 % nižšiu úrodu (Roland, 1992). Ten istý autor vyslovil domnienku, že obrábanie pôdy pre dosahovanie vyšších úrod sóje má väčší význam na ťažkých jemnozrnných pôdach ako na ľahkých. Podľa Dicka a Van Dorena (1985) úrody sóje na piesočnatohlinitej pôde boli vždy vyššie pri sejbe do neobrobenej pôdy v porovnaní s klasickou agrotechnikou. Niektoré pokusy na ťažkých ílovitých pôdach a na pôdach s nízkym obsahom humusu ukázali potrebu obrábania pôdy krátko alebo tesne pred sejbou ako výhodnú (Popp et al., 2000).

MATERIÁL A METÓDY

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Tabuľka 1. Charakteristika meteorologických podmienok v kritickom období pestovania sóje (priemer mesiacov máj – august)

Ukazovateľ	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
teplota	MT	MT	MT	T	T	T	VT	VT	VT	VT	T	VT	T	T	MT
zrážky	N	N	S	VS	N	N	S	N	S	V	S	S	N	V	VS

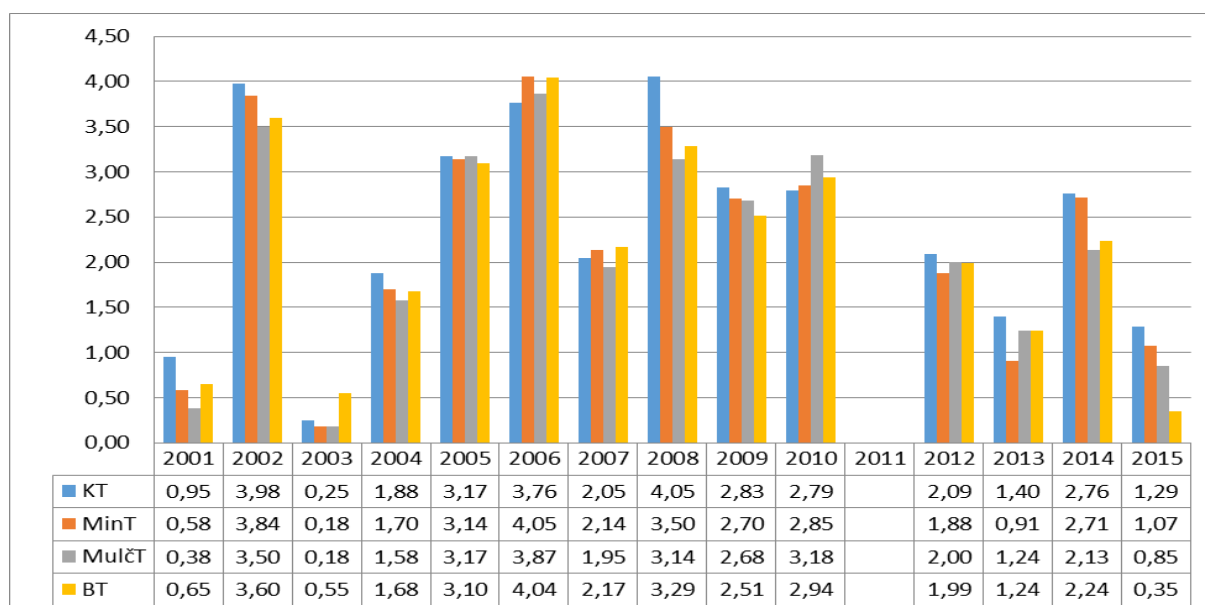
Teplota: T- teplé obdobie ; VT – veľmi teplé; MT – mimoriadne teplé

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

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Uvedené poveternostné pomery (tab.1) výrazne, podľa očakávania, ovplyvňovali úrody, avšak pri sóji fazuľovej sme výraznejšie súvislosti medzi počasím a technológiami nezaznamenali. Walker a Steffen (1997) konštatovali, že klimatické zmeny v dôsledku otepľovania ovplyvnia aj štruktúru pestovaných plodín v prospech teplomilnejších druhov. Výraznejšie sa na výške úrody prejavili vlhové ako teplotné pomery v jednotlivých pokusných rokoch. Vo väčšine sledovaných rokov bola najúrodnejšia sója pestovaná konvenčnou technológiou. V priemere za sledované obdobie sója pri konvenčnej technológii pestovania dosiahla úrodu 2,38 t.ha⁻¹ a v porovnaní s minimalizačnou a bezorbovou technológiou bola úroda sóje pri konvenčnom pestovaní vyššia o 6,3 – 8,8 % a v porovnaní s nastielacou technológiou o 10,5 %. Najnižšie úrody vo všetkých technológiách boli dosiahnuté v mimoriadne teplých a veľmi suchých rokoch 2003 a 2015, najvyššie v rokoch 2006 a 2008, ktoré boli síce teplotne nadpriemerné, ale zrážky počas vegetačného obdobia sóje boli aspoň na dolnej hranici dlhodobého normálu. V oboch najúrodnejších rokoch sme zaznamenali aj dostatok vlhavy v termíne zakladania porastov sóje. Naopak v rokoch s najnižšími úrodami bol v termíne zakladania a počiatočného vývoja porastov zaznamenaný vlhový deficit.

Pri sóji fazuľovej máme z popisovaného obdobia (2001 – 2015) k dispozícii na vyhodnotenie len 14 ročné výsledky. V roku 2011 sa sója v rámci pokusu nevyhodnocovala, došlo k poškodeniu porastov požerom zverou, predovšetkým zajacmi. Zo sledovaných rokov dosiahla sója fazuľová najvyššiu úrodu pri konvenčnej technológii v deviatich rokoch, pri bezorbovej a nastielacej technológii v dvoch rokoch a v jednom roku pri minimalizačnej. Výraznejšie rozdiely medzi technológiami sa prejavili tak v suchších rokoch 2001, 2003, 2012, ako aj vo vlhších rokoch 2010 a 2014. Interakcia teplôt a zrážok charakterizuje v hrubých rysoch priebeh počasia. Tento priebeh pri značnom zjednodušení je tiež považovaný za vplyv ročníka (Fecák, Šariková, Černý, 2008, 2010).



Obrázok 3. Úrody sóje fazuľovej (t.ha⁻¹) v pokuse s rôznymi technológiami obrábania pôdy v rokoch 2001 - 2015

Pri využití redukovaných a pôdoochranných technológií je potrebné brať do úvahy (predovšetkým pri bezorbovej a nastielacej technológii) vysoké vstupné náklady súvisiace najmä so zabezpečením techniky. Redukované technológie sú významné zlučovaním, resp. vynechávaním niektorých pracovných operácií, čo prináša zníženie nákladov spojených s obrábaním pôdy, na druhej strane však treba počítať so zvýšením nákladov na spotrebu chemických ochranných látok, predovšetkým herbicídov.

Pri ekonomickom zhodnotení zaradených variantov (tab. 3) obrábania pôdy sme do úvahy brali len rozdiely z pohľadu technológií zakladania porastov. Ostatné nákladové položky, či už nákup osív, hnojív, pesticídov a ďalšieho materiálu boli v rámci jednotlivých technológií rovnaké.

Tabuľka 2. Pracovné operácie pri rôznych spôsoboch obrábania

Operácia	KT	MinT	MulčT	BT
Podmietka	26,00	-	-	-
Diskovanie/podrezávanie	-	27,00	35,00	-
Orba	55,00	-	-	-
Predsejbová príprava	23,00	-	-	-
Hnojenie	12,00	-	-	-
Sejba - samostatná	20,00	-	-	-
Priama sejba	-	38,00	38,00	42,00
Spolu náklady	136,00	65,00	73,00	42,00
Šetrenie nákladov v €·ha ⁻¹	0,00	-71,00	-63,00	-94,00

Pri sóji fazuľovej bola v priemere rokov dosiahnutá najvyššia úroda v konvenčnej technológii. Ostatné technológie v úrodách za konvenčnou zaostávali a v ekonomickom vyjadrení pri realizačnej cene semena sóje (priemer rokov 2001 – 2015) na úrovni 430 € sme pri minimalizačnej technológii z dôvodu nižšej priemernej úrody zaznamenali stratu -64,50 €·ha⁻¹, pri bezorbovej technológii -90,30 €·ha⁻¹ a pri nastielacej technológii dokonca -107,50 €·ha⁻¹. Z pohľadu nákladov súvisiacich so zakladaním porastov sóje redukciami pracovných operácií boli tieto nižšie pri minimalizačnej o -71,00 €·ha⁻¹, pri nastielacej technológii o -63,00 €·ha⁻¹ a pri priamej sejbe (bezorbová technológia) o -94,00 €·ha⁻¹. To sa v konečnom dôsledku prejavilo tým, že v porovnaní s konvenčnou technológiou sme pri minimalizačnej technológii zaznamenali celkovo zisk vo výške 6,50 €·ha⁻¹. Konečný zisk bol teda spôsobený šetrením nákladov pri zakladaní porastov v tejto technológii. Je vedecky dobre zdokumentované, že redukované obrábanie vedie k znižovaniu spotreby nafty a zvyšuje zásobu uhlíka v pôdach (Nozdrovický, 1994; Pospíšil a Pačuta, 2000, Candráková a Pospíšil, 2008).

Tak pri bezorbovej, ale hlavne pri nastielacej technológii bol však pokles úrody sóje v porovnaní s konvenčnou technológiou v priemere sledovaných rokov tak výrazný, že ani vplyvom znížených nákladov šetrených pri zakladaní porastov sa strata zo zníženia úrod nevymazala a v porovnaní s konvenčnou technológiou predstavovala -3,70 €·ha⁻¹ pri bezorbovej, resp. -44,50 €·ha⁻¹ pri nastielacej technológii.

Tabuľka 3. Ekonomické zhodnotenie využitia technológií pri sóji fazuľovej

Sója	Úroda (t·ha ⁻¹)	Prírastok/strata na úrode v t	Prírastok/strata na úrode v € pri priemernej cene (430,00 €·t ⁻¹)	Zníženie nákladov pri zakladaní porastov v €	Zisk/strata v €
KT	2,38	0,00	0,00	0,00	0,00
MinT	2,23	-0,15	-64,50	-71,00	+6,50
MulčT	2,13	-0,25	-107,50	-63,00	-44,50
BT	2,17	-0,21	-90,30	-94,00	-3,70

ZÁVER

- Úroda je len jedným z hodnotených ukazovateľov a aj pri tej pozorujeme náznak približovania sa úrod pri redukovaných a pôdoochranných technológiách k úrodám dosahovaným pri pestovaní plodín konvenčnou technológiou.
- Výraznejšie rozdiely medzi technológiami sa prejavili tak v suchších rokoch 2001, 2003, 2012, ako aj vo vlhších rokoch 2010 a 2014.

- Z pohľadu úrod za celé časové obdobie možno sledovať tendenciu naznačujúcu prednosti pôdoochranných technológií predovšetkým v rokoch kedy sa kombinujú vysoké teploty s výraznejším deficitom zrážok.
- Jednoznačne nemožno na základe dosiahnutých úrod konštatovať, ktorá technológia je pri pestovaní tej ktorej plodiny vhodnejšia a ktorá je menej vhodná.
- V súčinnosti s ekonomikou je významným aj prínos pôdoochranných technológií z hľadiska zlepšenia pôdnych fyzikálnych, chemických vlastností, zvýšenia činnosti pôdneho makro a mikro edafónu, zamedzenia vodnej a veternej erózie, obmedzenia produkcie skleníkových plynov a ďalších vlastností.

Podakovanie:

Spracovanie príspevku bolo podporené finančnými prostriedkami v rámci rezortného projektu výskumu a vývoja MPRV SR „Inovácie pestovateľských systémov v udržateľnej rastlinnej výrobe v meniacich sa podmienkach prostredia“

LITERATÚRA

CANDRÁKOVÁ, E., POSPIŠIL, R.: Yield and energy balance of different growing systems of common peas. In: Lucrari stiintifice facultatea de agriculture. Timisoara, vol. 40(1), 2008, pp. 45-50, ISSN 1221-5279

DICK, W. A., VAN DOREN, D. M. 1985: Continuous tillage and rotation combination effects on corn, soybean, and oat yields. *Agron. J.* 77: 459 – 465.

JAVOR, L., SUROVČÍK, J. 2001: Technológia pestovania strukovín. VÚRV Piešťany, 2001, 60 s.

FECÁK, P., ŠARIKOVÁ, D., ČERNÝ, I. 2008: Racionalizácia pestovateľského systému sóje fazuľovej [*Glycine max (L.) Merrill*] v pôdnoklimatických podmienkach Východoslovenskej nížiny. In: Aktuálne problémy riešené v agrokomplexe. Zborník recenzovaných príspevkov z XII. ročníka medzinárodného vedeckého seminára.[CD-ROM] Nitra: SPU, 2008, s. 68 – 73. ISBN 978-80-552-0151-1.

FECÁK, P., ŠARIKOVÁ, D., ČERNÝ, I. 2010: Influence of tillage system and starting N fertilization on seed yield and quality of soybean *Glycine max (L.) Merrill*. In *Plant, Soil and Environment*, vol. 56, no. 3, 2010, s. 105–110.

FECENKO, J., LOŽEK, O. 2000: Výživa a hnojenie poľných plodín. SPU Nitra: 2000, 452 s. ISBN 80-7137-777-5.

NOZDROVICKÝ, L. 1994: Energetická bilancia a pôdne ukazovatele vo vzťahu k rôznym technológiám obrábania pôdy. Pôdoochranné technológie pestovania rastlín. Zborník referátov, VÚRV Piešťany, 1994, s. 10-16.

POPP, M. P., OLIVER, L.R., DILLON, C. R., KEISLING, T. C., MANNING, P. M. 2000: Evaluation of seedbed preparation, planting method, and herbicide alternatives for dryland soybean production. *Agron. J.* 92: 1149 – 1155.

POSPIŠIL, R., PAČUTA, V. 2000: Základy rastlinnej výroby. Nitra: SPU, 2000, 145 s.

ROLAND, C. E. 1992: Crop sequence and tillage system effects on soybean performance and soil physical properties. M. Sc. thesis. University of Guelph, Guelph, ON, Canada.

ŠARIKOVÁ, D., FECÁK, P. 2007: Vplyv hnojenia a obrábania pôdy na úrodu a kvalitu sóje. Effect of different tillage and fertilization on soybean yield and seed quality. In: Zborník vedeckých prác 23. Michalovce: SCPV – ÚA, 2007, s. 161-169. ISBN 978-80-88872-70-2

ŠKROBÁKOVÁ, E. 1995: Strukoviny v trvale udržovateľnom poľnohospodárstve. In: Trvalo udržateľné hospodárenie v kultúrnej krajine. Nitra, 1995, s. 292-294. ISBN 80-236-0069-9.

WALKER, B., STEFFEN, W. 1997: An overview of the implications of global change for natural and managed terrestrial ecosystems. *Conservation Ecology* [online], roč. 1, 1997, č. 2 [cit. 2009-07-06]. Dostupné na: <<http://www.consecol.org/vol1/Iss2/art2/>>.

Adresa autora (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, hasana@vurv.sk

VPLYV HNOJENIA A ODRODY NA PRODUKČNÚ SCHOPNOSŤ PŠENICE LETNEJ F. OZIMNEJ PRI JEJ OPAKOVANOM PESTOVANÍ

The influence of fertilization and variety on the production ability of winter wheat by its continuous winter wheat cropping

MÁRIA BABULICOVÁ

Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav rastlinnej výroby Piešťany

The stationary field experiment was established in 1974. The possibilities of the elimination of continuous cropping negative implications on the grain and yield creating components of winter wheat were investigated. In the first sequence three different fertilization treatments of winter wheat and spring barley were used: (K) mineral fertilizer amendment (control), (SL) mineral fertilization + straw incorporation, and (SL + VG) mineral fertilization + straw incorporation with application of organic fertilizer (Veget®). In the second sequence winter wheat and spring barley were rotated. In this sequence two different fertilization treatments of winter wheat and spring barley were used: (K) mineral fertilizer amendment (control), and (SL + VG) mineral fertilization + straw incorporation with application of organic fertilizer (Veget®). In first sequence, the statistically higher grain yield was found in the variant with mineral fertilization and straw and organic fertiliser Veget® incorporation ($5.36 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) compared with the variant with mineral fertilization only ($4.79 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) and with the variant with mineral fertilization and straw incorporation ($4.89 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$). In second sequence, the statistically higher grain yield was found in the variant with mineral fertilization and straw and organic fertiliser Veget® incorporation ($5.14 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) compared with the variant with mineral fertilization only ($4.79 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$). The grain yield of variety Karolinum was significantly higher in comparison to the grain yield of variety Petrana.

Key words: continuous cropping, winter wheat, grain yield, yield creating components, organic fertilizer, variety

ÚVOD

Zo skupiny obilnín zaberá najvyšší podiel v štruktúre osevu pšenica letná forma ozimná (ďalej len pšenica ozimná). Posledné desaťročia sú charakteristické zvyšujúcim sa podielom obilnín v osevných postupoch, ktoré vedú v niektorých prípadoch až k monokultúrnemu pestovaniu obilnín. Pestovanie obilnín, zvlášť ozimín, opakované na tej istej lokalite vyplýva z vysokého podielu tejto skupiny rastlín v štruktúre osevu (Walczak, 2013). Z tohto dôvodu pozorujeme výrazný pokles úrod, ktorý závisí na počte plodín, stanovišti a pestovateľskom systéme. Opakované pestovanie tých istých plodín má za následok zhoršenie pôdnej štruktúry, bilancie humusu, vodného a vzdušného režimu pôdy, pôsobí nepriaznivo na aktivitu pôdnych mikroorganizmov a kolobeh živín v pôde. Jaskulski a Jaskulska (2005) uvádzajú, že pestovanie plodín s podobnými agroekologickými požiadavkami pri obmedzenej rotácii rastlinných druhov a obmedzenej biodiverzite rastlín spôsobuje degradáciu pôdy a vratný proces je veľmi problematický. Obilniny zanechávajú dostatočné množstvo organických zvyškov (v priemere $2\text{-}3,5 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$), avšak ich kvalita z hľadiska tvorby humusu i následného pôsobenia nie je dobrá, preto je veľmi dôležitý prísun odlišnej organickej hmoty. Čím sú podmienky stanovišťa menej priaznivé, tým má obohacovanie pôdy o organickú hmotu väčší význam. Účinné spôsoby zníženia negatívnych účinkov monokultúrneho pestovania si vyžadujú nielen zvýšené dávky hnojív a nákladov na ochranu plodín, ale aj ďalšie agrotechnické opatrenia a postupy. Jaskulski a Jaskulska (2005) poukazujú na dôležitosť zapracovania rastlinnej biomasy do pôdy. Táto slúži k zachovaniu organickej hmoty v pôde, je zdrojom energie pre mikroorganizmy a ovplyvňuje fyzikálne a chemické vlastnosti pôdy.

Cieľom práce bolo zistiť, ako môže vhodné organicko-minerálne hnojenie a výber odrody čiastočne eliminovať kolísanie úrod pšenice ozimnej pri jej opakovanom pestovaní.

MATERIÁL A METÓDY

Dlhodobý poľný pokus bol založený v roku 1974 v kukuričnej výrobnjej oblasti na výskumnom pracovisku Borovce pri Piešťanoch. Pokusné stanovište Borovce sa nachádza v nadmorskej výške 167 m. Územie má kontinentálny charakter podnebia s dlhodobým priemerným ročným úhrnom zrážok 593 mm. Dlhodobý priemer (1951 – 1980) 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. Z hľadiska pôdných vlastností ho možno charakterizovať nasledovne. Pôdnym typom je černozem hnedozemná (ČMh). 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 %. Pôda je hlinitá až ílovito-hlinitá. Poveternostné podmienky v rokoch 2010 – 2012 sú uvedené v tabuľke 1.

V poľnom dlhodobom pokuse je monokultúrne pestovanie pšenice ozimnej a jačmeňa siateho jarného. Poľný pokus bol založený Mitscherlichovou metódou v dvoch blokoch, pričom každý sled (sled 1, 2, 3, 4) predstavoval samostatnú časť (Tabuľka 2). Veľkosť parceliek bola 10 m², počet opakovaní 4. Za účelom eliminácie negatívnych dôsledkov monokultúrneho pestovania boli do monokultúrneho pestovania pšenice ozimnej zaradené rôzne varianty hnojenia (sled 1 a sled 2) a prerušovacie plodiny: kukurica siata na siláž (sled 3) a ovos siaty (sled 4). V dlhodobom poľnom pokuse boli v rokoch 2010 – 2012 použité 2 odrody pšenice ozimnej: Petrana a Karolinum.

V slede 1 sme porovnávali tri varianty hnojenia: hnojenie minerálnymi hnojivami (K), minerálne hnojenie so zaorávaním slamy (SL), hnojenie minerálnymi hnojivami a so zaorávaním slamy a organického hnojiva Veget (SL + VG). Dávka živín bola vypočítaná bilančnou metódou (Bizík et al., 1998). Na minerálne hnojenie boli použité hnojivá: síran amónny, superfosfát a draselná soľ. Veget bol aplikovaný v dávke 5 t.ha⁻¹. Organické hnojivo Veget®: ekologické hnojivo, náhrada maštalného hnoja, použiteľné v 2. a 3. ochrannom pásme vodných zdrojov. Zloženie hnojiva Veget: obsah sušiny minimálne 70 %; obsah spáliteľných látok 75 %; obsah celkového N 2,5 – 3 %; obsah celk. P₂O₅; 0,5 %; obsah celkového K₂O 1,5%; hodnota pH vo vode 8,5; pomer C : N bol 13 : 1. Organické tuhé hnojivo Veget sa aplikovalo v práškovej forme.

Získané výsledky boli štatisticky vyhodnotené analýzou variance (ANOVA). Na stanovenie preukazných rozdielov bola použitá Tukeyova metóda mnohonásobného porovnávania na hladine významnosti 0,05 %. Na tieto analýzy bol použitý štatistický program STATISTICA 6. 1C StatSoft Inc., Tulsa, USA).

Tabuľka 1. Poveternostné podmienky v rokoch 2010 – 2012 na stanovišti Borovce

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

n – dlhodobý normál (1951 – 1980); xtd (°C) – priemerná denná teplota vzduchu v mesiacoch I. – XII.; ∑ z (mm) – úhrn zrážok v mesiacoch I. – XII.

Tabuľka 2. Monokultúrne pestovanie pšenice letnej formy ozimnej a jačmeňa siateho jarného

Sled 1	Monokultúrne pestovanie dvoch odrôd pšenice letnej f. ozimnej – kontrolný variant (hnojenie len minerálnym hnojením) – minerálne hnojenie + zaorávanie slamy – minerálne hnojenie + zaorávanie slamy + organické hnojivo Veget®	Hnojenie: K SL SL + VG
	Monokultúrne pestovanie dvoch odrôd jačmeňa siateho jarného – kontrolný variant (hnojenie len minerálnym hnojením) – minerálne hnojenie + zaorávanie slamy – minerálne hnojenie + zaorávanie slamy + organické hnojivo Veget®	K SL SL + VG
Sled 2	Striedanie dvoch odrôd pšenice letnej f. ozimnej a jačmeňa siateho jarného – kontrolný variant (hnojenie len minerálnym hnojením) – minerálne hnojenie + zaorávanie slamy + organické hnojivo Veget®	K SL + VG
Sled 3	Pestovanie pšenice ozimnej prerušované každý druhý rok kukuricou siatou na siláž (hnojenie len minerálnym hnojením)	K
	Pestovanie jačmeňa jarného prerušované každý druhý rok kukuricou siatou na zrno (hnojenie len minerálnym hnojením)	K
Sled 4	Pestovanie pšenice ozimnej a jačmeňa jarného prerušované každý druhý rok ovsom (hnojenie len minerálnym hnojením)	K

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Vývoj počasia

Všetky tri roky 2010 - 2012 boli z hľadiska priebehu teplôt a zrážok veľmi odlišné od dlhodobého normálu (Tabuľka 1). Pre vývoj pšenice bol najmenej priaznivý rok 2012, kedy po silných mrazoch bez snehovej pokrývky v mesiaci február (priemerná mesačná teplota v tomto mesiaci sa líšila od dlhodobého normálu o $-4,79$ °C) nastúpili v jarnom období tri suché mesiace: marec, apríl a máj. Odchýlky sumy mesačných zrážok od dlhodobého normálu predstavovali v mesiaci marec 27,5 mm, v apríli 22,7 mm a v máji 37,8 mm. Ako najpriateľnejší z týchto troch extrémnych rokov sa ukázal pre vývoj pšenice rok 2011. V tomto roku suma zrážok v mesiaci máj prevýšila dlhodobý normál o 39,2 mm a v mesiaci jún o 85,2 mm. V roku 2010 na vývin pšenice veľmi negatívne vplývali extrémne zrážky v mesiaci máj, ktoré prevýšili dlhodobý normál o 114,3 °C. Tento nepriaznivý priebeh klimatických podmienok sa negatívne prejavil na úrodovitých prvkoch, čo sa následne odrazilo na úrodách zrna.

Úroda zrna

Z hospodárskeho hľadiska sa pri agrotechnických pokusoch obvykle najväčší dôraz kladie na vyhodnotenie vplyvu skúmaných faktorov na výšku úrod, resp. rozdiely v úrodách a ekonomike pestovania. Úroda zrna pšenice ozimnej v rokoch 2010 – 2012 v slede „čistej monokultúry“ (sled 1) bola štatisticky preukazne ovplyvnená hnojením, odrodou a interakciami hnojenia a ročníka, odrody a ročníka (Tabuľka 3). Z tabuľky 4 môžeme vidieť, že na variante s minerálnym hnojením a zaorávaním slamy a organického hnojiva Veget® (SL+VG) bola dosiahnutá štatisticky preukazne vyššia úroda zrna ($5,36 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) ako na variante s minerálnym hnojením ($4,79 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) a na variante s minerálnym hnojením a zaorávaním slamy ($4,89 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$). Zvýšenie úrody zrna v slede sled 1 na variante s minerálnym hnojením a zaorávaním slamy a organického hnojiva Veget® predstavovalo $0,57 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (11,9 %) v porovnaní s variantom s minerálnym hnojením. Najväčšie rozdiely medzi variantmi hnojenia boli zistené v roku 2011, kedy rozdiel medzi variantom s minerálnym hnojením a zaorávaním slamy a organického hnojiva Veget® predstavoval $1,48 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (32,12 %). Opakované pestovanie pšenice ozimnej (*Triticum aestivum* L.) je v severozápadnej Číne značne rozšírené. Shang et al. (2014) vyhodnotili dlhodobé pestovanie pšenice ozimnej v krátkom slede tvorenom dvoma plodinami (kukurica siata – pšenica ozimná) s rôznymi variantmi hnojenia (minerálnymi hnojivami NP, NK, PK, NPK, NPK v kombinácii s maštalným hnojom a NPK v kombinácii so slamou).

Priemerné úrody na variantoch hnojených NPK hnojivami a NPK hnojivami v kombinácii s organickým hnojením boli zo všetkých hodnotených variantov najvyššie. Prínos hnojenia organickým hnojivom v kombinácii s minerálnym hnojením počas dlhodobého opakovaného pestovania pšenice ozimnej a kukurice siatej potvrdzujú tiež Jiang et al. (2006), Yang et al. (2014) a Gao et al. (2015). Pri odrode Karolinum sme zaznamenali štatisticky preukazne vyššiu úrodu zrna ($5,15 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) ako pri odrode Petrana ($4,87 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$). V slede 2 bola úroda zrna štatisticky preukazne ovplyvnená hnojením, odrodou, ročníkom a interakciami hnojenia s ročníkom a odrody s ročníkom (Tabuľka 5). Na variante s minerálnym hnojením a zaorávaním slamy a organického hnojiva Veget® (SL+VG) bola dosiahnutá štatisticky preukazne vyššia úroda zrna ($5,14 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) ako na variante s minerálnym hnojením ($4,80 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$). Pri odrode Karolinum sme zaznamenali štatisticky preukazne vyššiu úrodu zrna ($5,19 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) ako pri odrode Petrana ($4,74 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$). V roku 2011 bola úroda zrna preukazne vyššia ($5,58 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) ako v roku 2010 ($4,45 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) a 2012 ($4,87 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$).

Úroda slamy

Úroda slamy pšenice ozimnej v slede 1 bola štatisticky preukazne ovplyvnená hnojením a ročníkom (Tabuľka 3). Ako vidno z tabuľky 6, v slede 1 na variante s minerálnym hnojením a zaorávaním slamy a organického hnojiva Veget® (SL+VG) bola dosiahnutá štatisticky preukazne vyššia úroda slamy ($5,61 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) ako na variante s minerálnym hnojením ($4,06 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) a na variante s minerálnym hnojením a zaorávaním slamy ($4,59 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$). V roku 2010 bola úroda slamy štatisticky preukazne vyššia ($5,78 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) ako v roku 2011 ($4,70 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) a 2012 ($3,78 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$). V slede 2 bola úroda slamy štatisticky preukazne ovplyvnená ročníkom (Tabuľka 5). V roku 2012 bola úroda slamy štatisticky preukazne nižšia ($3,44 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) ako v roku 2010 ($5,87 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) a 2011 ($5,07 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$).

Hmotnosť tisíc zrn (HTZ)

HTZ pšenice ozimnej v slede 1 bola štatisticky preukazne ovplyvnená odrodou, ročníkom a interakciou odrody s ročníkom (Tabuľka 3). Z tabuľky 7 môžeme vidieť, že odroda Karolinum poskytla štatisticky preukazne vyššiu HTZ ($41,1 \text{ g}$) ako pri odrode Petrana ($36,8 \text{ g}$). V roku 2011 bola HTZ preukazne vyššia ($41,6 \text{ g}$) ako v roku 2010 ($36,3 \text{ g}$) a 2012 ($39,0 \text{ g}$). V slede 2 bola HTZ štatisticky preukazne ovplyvnená odrodou, ročníkom a interakciami odrody s ročníkom (Tabuľka 5). Pri odrode Karolinum sme zaznamenali štatisticky preukazne vyššiu HTZ ($40,3 \text{ g}$) ako pri odrode Petrana ($36,2$). V roku 2011 bola HTZ štatisticky preukazne vyššia ($42,0 \text{ g}$) ako v roku 2010 ($33,6 \text{ g}$) a 2012 ($39,2 \text{ g}$).

Objemová hmotnosť

Objemová hmotnosť pšenice ozimnej v slede 1 bola štatisticky preukazne ovplyvnená odrodou, ročníkom a interakciou odrody s ročníkom (Tabuľka 3). Ako môžeme pozorovať v tabuľke 8, pri odrode Karolinum sme zaznamenali štatisticky preukazne vyššiu objemovú hmotnosť ($800 \text{ g}\cdot\text{l}^{-1}$) ako pri odrode Petrana ($791 \text{ g}\cdot\text{l}^{-1}$). V roku 2011 bola objemová hmotnosť preukazne nižšia ($779 \text{ g}\cdot\text{l}^{-1}$) ako v roku 2010 ($808 \text{ g}\cdot\text{l}^{-1}$) a 2012 ($800 \text{ g}\cdot\text{l}^{-1}$). V slede 2 bola objemová hmotnosť štatisticky preukazne ovplyvnená odrodou, a interakciami odrody s ročníkom (Tabuľka 5). Pri odrode Karolinum sme zaznamenali štatisticky preukazne vyššiu objemovú hmotnosť ($791 \text{ g}\cdot\text{l}^{-1}$) ako pri odrode Petrana ($779 \text{ g}\cdot\text{l}^{-1}$).

Podiel vyšších frakcií zrna

Podiel vyšších frakcií zrna ($2,8 + 2,5 \text{ mm}$) bol v slede 1 štatisticky preukazne ovplyvnený odrodou a ročníkom (Tabuľka 3). Z tabuľky 9 môžeme vidieť, že pri odrode Karolinum sme zaznamenali štatisticky preukazne vyšší podiel zrna $2,8 + 2,5 \text{ mm}$ ($73,9 \%$) ako pri odrode Petrana ($64,7 \%$). V roku 2011 bol podiel vyšších frakcií zrna štatisticky preukazne vyšší ($72,1 \%$) ako v roku 2012 ($66,3 \%$). V slede 2 bol podiel frakcií zrna $2,8 + 2,5 \text{ mm}$ štatisticky preukazne ovplyvnený odrodou, ročníkom a interakciou odrody s ročníkom (Tabuľka 5). Pri odrode Karolinum sme zaznamenali štatisticky preukazne vyšší podiel frakcií zrna $2,8 + 2,5 \text{ mm}$ ($70,3 \%$) ako pri odrode Petrana ($59,1 \%$). V roku 2011 bol podiel frakcií zrna $2,8 + 2,5 \text{ mm}$ štatisticky preukazne vyšší ($72,8 \%$) ako v roku 2010 ($54,8 \%$) a 2012 ($66,3 \%$).

Tabuľka 3. Vplyv hnojenia a odrody na úrodu zrna, úrodu slamy, hmotnosť tisíc zŕn, objemovú hmotnosť a podiel vyšších frakcií zrna (2,8 + 2,5 mm) pšenice letnej formy ozimnej v slede 1 (skrátaná analýza variancie)

Faktor	Úroda zrna		Úroda slamy		HTZ		OH (1)		PVFZ (2)	
	Význ.	HD _{0,05}	Význ.	HD _{0,05}	Význ.	HD _{0,05}	Význ.	HD _{0,05}	Význ.	HD _{0,05}
Hnojenie	*	0,40	*	0,79						
Odroda	*	0,27			*	0,80	*	6,45	*	3,67
A x B										
Roky			*	0,79	*	1,19	*	9,60	*	5,46
A x C	*	0,95								
B x C	*	0,71			*	2,09	*	16,93		

(1) OH - Objemová hmotnosť; (2) PVFZ – podiel vyšších frakcií zrna (2,8 + 2,5 mm)

Tabuľka 4. Úroda zrna (t.ha⁻¹) pšenice letnej formy ozimnej v sledoch s rôznymi variantmi hnojenia

sled/	PETRANA				KAROLINUM				Priemer			
	2010	2011	2012	Priemer	2010	2011	2012	Priemer	2010	2011	2012	Priemer
hnojenie	4,90	4,14	4,70	4,58	5,35	5,07	4,59	5,00	5,13	4,61	4,65	4,79
1 K	4,90	4,14	4,70	4,58	5,35	5,07	4,59	5,00	5,13	4,61	4,65	4,79
1 SL	4,94	4,33	4,91	4,73	5,34	5,01	4,81	5,05	5,14	4,67	4,86	4,89
1 SL +	5,16	5,75	5,02	5,31	4,99	6,42	4,83	5,41	5,08	6,09	4,93	5,36
Priemer	5,00	4,74	4,88	4,87	5,22	5,50	4,74	5,15	5,11	5,12	4,81	5,01
2 K	4,08	4,70	4,86	4,55	5,02	5,49	4,63	5,05	4,55	5,10	4,75	4,80
2 SL +	3,86	5,91	5,06	4,94	4,86	6,23	4,93	5,34	4,36	6,07	5,00	5,14
Priemer	3,97	5,30	4,96	4,74	4,94	5,86	4,78	5,19	4,45	5,58	4,87	4,97

Tabuľka 5. Vplyv hnojenia a odrody na úrodu zrna, úrodu slamy, hmotnosť tisíc zŕn, objemovú hmotnosť a podiel vyšších frakcií zrna (2,8 + 2,5 mm) pšenice letnej formy ozimnej v slede 2 (skrátaná analýza variancie)

Faktor	Úroda zrna		Úroda slamy		HTZ		OH		PVFZ	
	Význ.	HD _{0,05}	Význ.	HD _{0,05}	Význ.	HD _{0,05}	Význ.	HD _{0,05}	Význ.	HD _{0,05}
Hnojenie	*	0,31								
Odroda	*	0,31			*	0,92	*	12,55	*	3,26
A x B										
Roky	*	0,47	*	1,50	*	1,39				
A x C	*	0,83								
B x C	*	0,83			*	2,48	*	33,67	*	8,76

Symbody ako v tabuľke 3.

Tabuľka 6. Úroda slamy (t.ha⁻¹) pšenice letnej formy ozimnej v sledoch s rôznymi variantmi hnojenia

Sled/	PETRANA				KAROLINUM				Priemer			
	2010	2011	2012	Priemer	2010	2011	2012	Priemer	2010	2011	2012	Priemer
hnojenie	4,70	3,44	3,84	3,99	5,10	4,40	2,90	4,13	4,90	3,92	3,37	4,06
1 K	4,70	3,44	3,84	3,99	5,10	4,40	2,90	4,13	4,90	3,92	3,37	4,06
1 SL	5,10	5,72	3,54	4,79	5,86	3,70	3,60	4,39	5,48	4,71	3,57	4,59
1 SL + VG	5,50	6,50	5,12	5,71	8,40	4,42	3,70	5,51	6,95	5,46	4,41	5,61
Priemer	5,10	5,22	4,17	4,83	6,45	4,17	3,40	4,68	5,78	4,70	3,78	4,75
2 K	5,82	4,56	3,00	4,46	6,60	4,40	2,98	4,66	6,21	4,48	2,99	4,56
2 SL + VG	5,20	6,20	4,36	5,25	5,84	5,10	3,40	4,78	5,52	5,65	3,88	5,02
Priemer	5,51	5,38	3,68	4,86	6,22	4,75	3,19	4,72	5,87	5,07	3,44	4,79

Tabuľka 7. HTZ (g) pšenice letnej formy ozimnej v sledoch s rôznymi variantmi hnojenia

Sled/ hnojenie	PETRANA				KAROLINUM				Priemer			
	2010	2011	2012	Priemer	2010	2011	2012	Priemer	2010	2011	2012	Priemer
1 K	32,0	39,4	36,5	36,0	40,9	42,8	40,7	41,4	36,4	41,1	38,6	38,7
1 SL	33,0	42,5	35,4	36,9	39,7	41,0	42,2	41,0	36,4	41,7	38,8	38,9
1 SL +	33,1	43,0	36,1	37,4	38,9	41,1	42,9	41,0	36,0	42,0	39,5	39,2
Priemer	32,7	41,6	36,0	36,8	39,8	41,6	41,9	41,1	36,3	41,6	39,0	38,9
2 K	29,8	43,1	36,6	36,5	38,5	41,0	42,2	40,5	34,1	42,1	39,4	38,5
2 SL +	29,1	43,3	35,7	36,0	37,2	40,5	42,4	40,0	33,1	41,9	39,0	38,0
Priemer	29,4	43,2	36,1	36,2	37,8	40,7	42,3	40,3	33,6	42,0	39,2	38,3

Tabuľka 8. Objemová hmotnosť (g.l⁻¹) pšenice letnej formy ozimnej v sledoch s rôznymi variantmi hnojenia

Sled/ hnojenie	PETRANA				KAROLINUM				Priemer			
	2010	2011	2012	Priemer	2010	2011	2012	Priemer	2010	2011	2012	Priemer
1 K	796	774	810	793	826	793	785	801	811	783	798	797
1 SL	798	767	806	790	819	792	797	802	808	779	802	796
1 SL + VG	797	766	806	790	814	786	794	798	805	776	800	794
Priemer	797	769	807	791	819	790	792	800	808	779	800	796
2 K	772	772	806	783	814	785	779	792	793	778	792	788
2 SL + VG	758	765	801	775	801	780	792	791	779	773	796	783
Priemer	765	769	803	779	807	782	785	791	786	775	794	785

Tabuľka 9. Podiel frakcií zrna 2,8 + 2,5 mm (%) pšenice letnej formy ozimnej v sledoch rôznymi variantmi hnojenia

Sled/ hnojenie	PETRANA				KAROLINUM				Priemer			
	2010	2011	2012	Priem	2010	2011	2012	Priem	2010	2011	2012	Priem
1 K	66,4	68,9	63,4	66,2	78,8	77,2	68,8	74,9	72,6	73,0	66,1	66,4
1 SL	64,5	69,0	58,9	64,1	75,8	77,3	72,3	75,1	70,1	73,2	65,6	64,5
1 SL + VG	61,9	68,7	60,8	63,8	70,2	71,5	73,7	71,8	66,0	70,1	67,2	61,9
Priemer	64,3	68,8	61,0	64,7	74,9	75,3	71,6	73,9	69,6	72,1	66,3	64,3
2 K	48,8	73,8	60,6	61,1	67,5	74,7	72,0	71,4	58,2	74,2	66,3	48,8
2 SL + VG	40,9	70,7	59,7	57,1	62,1	72,2	73,1	69,1	51,5	71,5	66,4	40,9
Priemer	44,9	72,2	60,1	59,1	64,8	73,5	72,5	70,3	54,8	72,8	66,3	44,9

ZÁVER

Z uvedených výsledkov vyplýva, že pri opakovanom pestovaní pšenice ozimnej je možné kolísanie úrod čiastočne eliminovať vhodným použitím minerálnych hnojív spolu s organickými hnojivami. Roky 2010 – 2012 boli veľmi nepriaznivé pre pestovanie pšenice ozimnej a napriek tomu sme na variante s minerálnym hnojením a zaorávaním slamy spolu s organickým hnojivom Veget® dosiahli priemerné zvýšenie úrody zrna o 12 % (0,57 t.ha⁻¹) a zvýšenie úrody slamy o 38 % (1,55 t.ha⁻¹). Pri odrode s nižším produkčným potenciálom (Petra) sme v dôsledku zaorávania slamy a organického hnojiva Veget® dosiahli výraznejší nárast úrody zrna i slamy ako pri odrode s vyššou priemernou úrodou (Karolinum). Zvýšenie zrna pri odrode Petra bolo o 15,8 % (0,73 t.ha⁻¹) a pri odrode Karolinum o 8,2 % (0,4 t.ha⁻¹). Zvýšenie úrody slamy bolo pri odrode Petra o 43,1 % (1,72 t.ha⁻¹) a pri odrode Karolinum o 33,4 % (1,38 t.ha⁻¹). Hmotnosť tisícich zrn, objemová hmotnosť a podiel vyšších frakcií zrna (2,8 + 2,5 mm) boli štatisticky preukázane ovplyvnené len odrodou a počasím v jednotlivých rokoch.

Naše výsledky preukázali dôležitosť organického hnojenia a výber vhodnej odrody pri voľbe opakovaného pestovania obilniny. Pri menej priaznivom vývoji počasia sa aplikácia organických

hnojív do pôdy javí ako jeden z účinných spôsobov eliminovania negatívnych dopadov opakovaného pestovania pšenice letnej f. ozimnej na výšku a kvalitu jej úrod. Prísun organického hnojiva v kombinácii s minerálnych hnojivom je ešte naliehavejší v horších pôdno-klimatických podmienkach.

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

- BIZÍK, J. – FECENKO, J. – KOTVAS, F. – LOŽEK, O. 1998. Metodika hnojenie a výživy rastlín. 1. vydanie, Bratislava : AT Publishing, 113 s. ISBN 80-967812-1-9.
- GAO, W. – YANG, J. – REN, S. – HAILONG, L. 2015. The trend of soil organic carbon, total nitrogen, and wheat and maize productivity under different long-term fertilizations in the upland fluvo-aquic soil of North China. In Nutrient Cycling in Agroecosystems, vol. 103, pp. 61-73.
- JASKULSKI, D. – JASKULSKA, I. 2005. Wpływ nawożenia słoma międzyplonów ściernicowych i zróżnicowanej uprawy roli na niektóre właściwości gleb w ogniwie pszenica ozima-jeczmień jary. In Acta Sci. Pol., Agricultura, vol. 3, no. 2, pp. 71-80.
- JIANG, D. – HENGSDIJK, H. – DAI, T.-B. – de BOER, W. – JING, Q. – CAO, W.-X. 2006. Long-term effects of manure and inorganic fertilizers on yield and soil fertility for a winter wheat-maize system in Jiangsu, China. In Pedosphere, vol. 16, no. 1, pp. 25-32.
- SHANG, Q. – LING, N. – FENG, X. – YANG, X. – WU, P. – ZOU, J. – SHEN, Q. – GUO, S. 2014. Soil fertility and its significance to crop productivity and sustainability in typical agroecosystem: A summary of long-term fertilizer experiments in China. In Plant Soil, vol. 381, pp. 13-23.
- WALCZAK, D. 2013. Effect of post-harvest cultivation using straw and bio-compounds in monoculture of winter wheat in aspect of wheat productiveness, soil quality and herbivorous insects. In Current trends in Agronomy for Sustainable Agriculture : Proceeding of International Ph.D. Students Summer School. Brno : Mendel University, pp. 134-143. ISBN 978-807375-835-6.
- YANG, X. – SUN, B. – ZHANG, S. 2014. Trends of yield and soil fertility in a long-term wheat-maize system. In Journal of Integrative Agriculture, vol. 13, no. 2, pp. 402-414.

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

FORMOVANIE ÚRODY A KVALITY ZRNA JAČMEŇA SIATEHO JARNÉHO V ZÁVISLOSTI OD SKÚMANÝCH FAKTOROV

Formation of spring barley yield and grain quality in dependence on studied factors

EVA CANDRÁKOVÁ¹ - EVA HANÁČKOVÁ²

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

Experiment with spring barley was carried out at a Research - experimental basis of Faculty of Agrobiology and Food Resources SPU Nitra in the locality Dolná Malanta under conditions of warm climate area (E 18°09 'N 48°19'). In this work we evaluate the results of 2011-2013. The experiment was established by method of long stretches with perpendicularly block splitting. The size of experimental plot was 20 m² (10 x 2) in three repetitions. The variety Kangoo was sown. In this work we studied soil cultivation ways: O1 - conventional tillage (ploughing to a depth of 0.20 to 0.25 m), O3 - minimized soil cultivation (disc ploughing to a depth of 0.10 to 0.12 m). Within tillage, three variants of fertilization were studied: H1 - control without fertilization, H2 - rational fertilization by fertilizers, H3 - rational fertilization by fertilizers with plough down of crop residues of the preceding crop (grain corn). The doses of nutrients were supplied for the planned grain yield 5.00 t.ha⁻¹. The results demonstrated the high significant influence of growing season on the grain yield, thousand grains weight, grain specific weight, the fraction of the grain over a sieve of 2.50 mm and the protein content in the barley grain. The highest grain yield was achieved in 2013 (4.00 t.ha⁻¹) with a protein content of 11.00 %. The lowest grain yield was in 2012 (3.03 t.ha⁻¹) with unfavorable protein content for malting use (12.58 %). Minimizing soil cultivation has high-significant positive effect on the grain yield and thousand grains weight. The high-significantly highest grain yield, thousand grains weight and also grain protein content in spring barley was achieved on H3 fertilization variant.

Key words: *spring barley, growing season, yield, quality*

ÚVOD

Jačmeň siaty jarný (*Hordeum vulgare* L.) je v našich podmienkach významnou obilninou. V roku 2013 bola osevná plocha jačmeňa jarného 104,6 tis. hektárov a na sladovnícke účely sa využilo 42,4 %. Celková osiata plocha jačmeňa bola 122,4 tis. ha s priemernou úrodou 3,68 t.ha⁻¹. V ostatných rokoch sa osevná plocha jačmeňa zvýšila a dosiahli sa vysoké úrody zrna. V roku 2014 bola úroda v SR 4,87 t.ha⁻¹ a v roku 2015 sa pozberalo 4,78 t.ha⁻¹. Tým vznikol prebytok zrna a zároveň pokles ceny (Jamborová, 2016).

Zrno jačmeňa sa využíva na krmovinárske, potravinárske a sladovnícke účely. Pre každý spôsob využitia sa vyžadujú iné kvalitatívne parametre zrna. My sa zameriavame hlavne na kvalitu zrna, vyhovujúcu pre výrobu sladu. Ako uvádza Zimolka et al. (2006), sladovnícka kvalita je ovplyvnená z 2/3 vonkajšími podmienkami (pôda, počasie, agrotechnika) a ostatné tvoria odrody.

Každá odroda má svoje špecifické vlastnosti, ktoré sa plne využijú, ak je pestovaná vo vhodných podmienkach. Odroda je nositeľom agronomických a technologických vlastností (Psota, 2000).

V súčasnosti každý pivovar preferuje ním vybrané odrody, z ktorých vyrobený slad je typický pre vyrábané značky pív. Najväčším spracovateľom jačmeňa v SR je Heineken Slovensko Sladovne a.s., ktorých kľúčové parametre sladovníckeho jačmeňa sú: vlhkosť max. 14 %, obsah bielkovín 9,5-11,5 %, podiel zrna nad sitom 2,5 mm min. 90 %, klíčivosť min. 95 %, odrodová čistota min. 95 %. Odroda Kangoo je zaradená medzi ich využívané odrody a bola hodnotená v našom pokuse.

MATERIÁL A METÓDY

Poľný polyfaktorový pokus bol založený na Výskumno-experimentálnej báze Fakulty agrobiológie a potravinových zdrojov SPU v Nitre v lokalite Dolná Malanta, ktorá sa nachádza východne od mesta Nitry v nadmorskej výške 170 m. Územie spadá do teplého, veľmi suchého, nížinného klimatického regiónu. Priemerný ročný úhrn zrážok je 540 mm s priemernou ročnou

teplotou 9,6 °C. Zeminy z orníc sú prachovito-hlinité s objemovou hmotnosťou 1500-1680 kg.m⁻³ (Tobiášová a Šimanský, 2009).

V poľnom pokuse sme v rokoch 2011-2013 pestovali jačmeň siaty jarný, odrodu Kangoo. Odroda Kangoo (2009) je stredne skorá, vyššieho typu (0,75 m), s dobrou odolnosťou proti poliehaniu.

Pokus bol založený metódou dlhých pásov s kolmo delenými blokmi. Veľkosť pokusnej plochy variantu bola 20 m² (10 x 2) s tromi opakovaniami.

V práci boli skúmané spôsoby obrábania pôdy:

O₁ - konvenčné obrábanie pôdy (orba do hĺbky 0,20-0,25 m),

O₃ - minimálne obrábanie pôdy (tanierovanie do hĺbky 0,10-0,12 m).

V rámci obrábania pôdy boli tri varianty hnojenia usporiadané náhodne s cieľom eliminovať heterogenitu pôdy:

H1 - kontrola bez hnojenia,

H2 - racionálne hnojenie priemyselnými hnojivami,

H3 - racionálne hnojenie priemyselnými hnojivami so zapravením rastlinných zvyškov predplodiny (kukurica siata na zrno).

Termín sejby: 15.3.2011; 16.3.2012; 26.3.2013

Termín zberu: 18.7.2011; 12.7.2012; 2.8.2013

Dávky priemyselných hnojív boli určené na základe analyticky zisteného obsahu prístupných živín v pôde, v hĺbke 0,60 m, na plánovanú úrodu zrna 5 t.ha⁻¹ a príslušného množstva slamy podľa normatívu: 24 kg N, 5 kg P, 20 kg K, 5,7 kg Ca, 1,2 kg Mg, 4 kg S (Fecenko a Ložek, 2000). Fosforečné a draselné hnojivá boli doplnené a zaorané do pôdy na jeseň vo forme superfosfátu a draselnej soli. Proti burinám bol použitý prípravok Lintur Premium v dávke 160 g.ha⁻¹ a fungicídny prípravok Arthea 0,5 l.ha⁻¹.

Cieľom pokusu bolo zistiť vplyv spôsobov obrábania pôdy a variantov hnojenia na úrodu a kvalitu zrna jačmeňa siateho jarného.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Plodiny pestované v poľných podmienkach sú najviac ovplyvnené pôdou, ako aj teplotnými a vlhkovými podmienkami konkrétneho stanovišťa. Platí to aj pre jačmeň siaty.

Chmielewski a Kohn (1999) pripisujú poveternostným podmienkam až 60 % podiel na variabilite úrod jačmeňa siateho jarného. Podobne uvažuje aj Zimolka et al. (2006).

Tabuľka 1. Teploty a zrážky počas vegetačného obdobia jačmeňa siateho jarného v rokoch 2011 - 2013

Rok/mesiac	Zrážky (mm)					
	marec	apríl	máj	jún	júl	spolu
1961-1990	30,0	39,0	58,0	66,0	52,0	245,0
2011	27,2	13,2	48,4	91,1	121,6	301,8
2012	0,9	35,3	17,5	54,4	100,6	208,7
2013	93,2	23,0	65,6	54,8	2,2	238,8
	Teplota (°C)					
1961-1990	5,0	10,4	15,1	18,0	19,8	13,6
2011	5,9	13,7	16,1	19,6	19,7	15,0
2012	7,2	11,8	17,2	20,6	22,8	15,9
2013	5,0	10,4	15,1	18,0	19,8	13,6

V hodnotenom období boli teplotné a vlhkové podmienky rokov 2011-2013 v priebehu vegetačného obdobia jačmeňa siateho jarného rozdielne. Najvýraznejší rozdiel je viditeľný v zrážkach v mesiaci marec medzi rokom 2012 a 2013, ako aj v mesiaci júl (tabuľka 1). Rozdielne hodnoty boli aj v teplotách. Tieto podmienky sa prejavili na úrode zrna jačmeňa.

Vysoká teplota, ako stresový faktor, sa v prirodzených podmienkach objavuje najmä v letnom období, kedy pôsobí v interakcii s nedostatkom vody a silným žiarením. Ako samostatne pôsobiaci faktor výrazne zasahuje do priebehu primárnych fotochemických procesov (Repková a Brestič, 2006). Nakoľko jačmeň dozrieva najčastejšie v júli, hodnoty v tomto období nemajú taký výrazný vplyv, ako na začiatku vegetačného obdobia. Dôkazom je úroda v roku 2011, keď za vegetačné obdobie mal

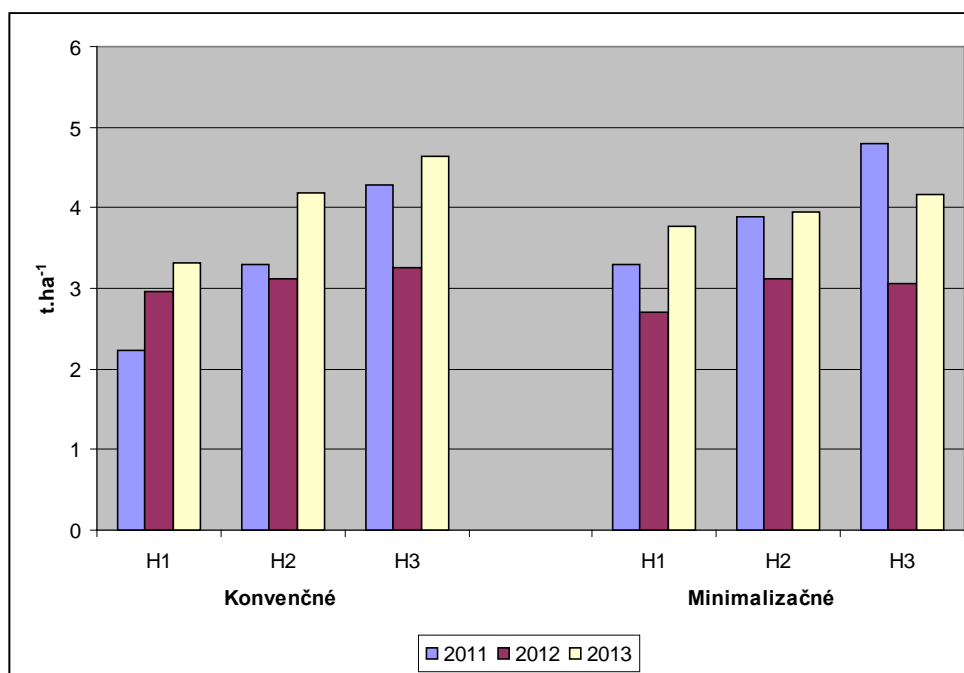
jačmeň k dispozícii najviac vlhky (301,8 mm), ale úroda bola nižšia ako v roku 2013. Voda chýbala v mesiaci apríl, keď jačmeň odnožoval. Ešte horší vplyv nedostatku vlhky bol v roku 2012. V mesiaci marec takmer nepršalo, čo sa po sejbe jačmeňa prejavilo na nerovnomernej vzchádzajúcom poraste. Chýbajúca voda pri tvorbe zrna v mesiaci máj sa prejavila na nízkej úrode zrna (3,03 t.ha⁻¹).

Rozdiely v úrode zrna jačmeňa siateho jarného boli medzi rokmi štatisticky vysoko preukazné (tabuľka 2). Najvyššia úroda bola v roku 2013 (4,00 t.ha⁻¹) a najnižšia v roku 2012 (obrázok 1).

Dosiahnutie vysokej úrody zrna jačmeňa siateho jarného je ovplyvnené množstvom faktorov. Jačmeň je v priebehu vegetačného obdobia vystavený stresovým faktorom vplyvom sucha alebo nízkych teplôt. Významný vplyv ročníka na úrodu zrna jačmeňa siateho jarného uvádza viacerých autorov (Vidovič, 2001; Žák et al., 2005).

Jačmeň siaty jarný reagoval rozdielmi v úrode zrna aj na obrábanie pôdy a hnojenie. Vysoko preukazne vyššia úroda zrna bola dosiahnutá po minimalizačnom spôsobe prípravy pôdy tanierovým náradím (3,63 t.ha⁻¹) ako po orbe (3,47 t.ha⁻¹). Podobné výsledky po tanierovaní zistili aj Naršanská et al. (2009).

Jačmeň pozitívne reagoval na aplikáciu priemyselných hnojív a pozberových zvyškov predplodiny dosiahnutím vysoko preukaznej úrody zrna (4,03 t.ha⁻¹). Najnižšia úroda (3,04 t.ha⁻¹) bola na kontrolnom variante (tab. 2). Hřivna et al. (2007) v pokusoch zistili, že napriek vplyvu ročníka, aplikácia dusíkatých hnojív, najmä s obsahom síry, zvyšuje úrodu zrna jačmeňa už pri dávke dusíka 30 kg.ha⁻¹.



Obrázok 1. Úroda zrna jačmeňa siateho jarného v závislosti od spôsobu obrábania pôdy a hnojenia v rokoch 2011-2013

Zrno jačmeňa sa využíva na krmovinárske účely, ale vo veľkej miere aj na výrobu sladu, čo je z finančného hľadiska zaujímavejšie. Musí však spĺňať požadované parametre.

Kvalita zrna je vo veľkej miere závislá od podmienok pestovania a priebehu poveternostných vplyvov v priebehu vegetačného obdobia. Dôkazom sú aj výsledky získané v našich pokusoch. Z technologických ukazovateľov sme hodnotili hmotnosť tisíc zŕn (HTZ), objemovú hmotnosť zrna (OH) a podiel zrna nad sitom 2,5 mm. Z ukazovateľov kvality bol hodnotený obsah bielkovín v zrne jačmeňa.

Na hodnotách HTZ sa prejavili všetky skúmané faktory. Vysoko preukazne pôsobil ročník s najvyššou hodnotou 50,13 g v roku 2013. Najnižšia HTZ (41,68 g) bola v roku 2011. Z obrábania pôdy sa lepšie hodnoty dosiahli po minimalizačnom spôsobe (46,06 g) ako po konvenčnom (45,51 g). Z variantov hnojenia bola najvyššia HTZ (47,92 g) na variante H3.

Pre objemovú hmotnosť zrna boli najpriaznivejšie podmienky v roku 2012, keď sa dosiahla hodnota 717,61 g.l⁻¹. Po konvenčnej príprave pôdy bola vyššia OH (686,92 g.l⁻¹) ako po tanierovaní 679,01 g.l⁻¹. Medzi variantmi hnojenia boli štatisticky nepreukazné rozdiely, hoci najvyššia objemová hmotnosť bola na variante s použitím priemyselných hnojív (684,78 g.l⁻¹).

Podiel zrna nad sitom 2,5 mm bol štatisticky ovplyvnený všetkými skúmanými faktormi. V roku 2012 bol podiel 97,78 %, pričom medzi rokom 2011 a 2013 bol rozdiel štatisticky nepreukazný. Pri obrábaní pôdy sa lepšie výsledky dosiahli po tanierovaní (96,29 %) ako po obrábaní orbou (94,97 %). Hnojenie bolo štatisticky preukazné iba na úrovni P 0,05. Najvyššia hodnota bola po použití priemyselných hnojív (96,16 %).

Pre výrobu sladú je z kvalitatívnych ukazovateľov dôležitý obsah bielkovín, ktorý je limitovaný. Ich obsah býva veľmi ovplyvnený priebehom poveternostných podmienok a výživou porastu, najmä dusíkom.

Autori Špánik a Šiška (2004), Špánik (2008), zistili tiež vplyv poveternostných podmienok stanovišťa na úrodu a kvalitu pestovaných plodín.

Vplyv ročníka sa prejavil aj v našich výsledkoch. Najpriaznivejší bol rok 2011 s najnižším obsahom bielkovín 9,71 %. V rámci normovaných hodnôt bol obsah bielkovín aj v roku 2013 (11,00 %). V roku 2012 sa suché obdobie pri tvorbe zrna prejavilo zvýšením obsahu bielkovín v zrne jačmeňa (12,58 %), čím nebolo vhodné na výrobu sladú. Štatisticky preukazný vplyv ročníka na obsah dusíkatých látok v zrne jačmeňa zistili aj McGuire, Blasckwood (1990); Kučerová (2005).

Medzi spôsobmi obrábania pôdy bol štatisticky vysoko preukazný rozdiel v prospech minimalizačného spôsobu (10,95 %) oproti konvenčnej technológii s obsahom bielkovín v zrne jačmeňa 11,24 %.

Tabuľka 2. Úroda a ukazovatele kvality zrna jačmeňa siateho jarného vyhodnotené analýzou rozptylu, Tukey testom

Faktor		Úroda zrna (t.ha ⁻¹)	HTZ (g)	Bielkoviny (%)	OH (g.l ⁻¹)	Podiel zrna (%)
Rok	P 0,05	0,1223	0,4802	0,3383	7,2750	0,8319
	P 0,01	0,1565	0,6097	0,4296	9,2369	1,0562
	2011	3,63b	41,68a	9,71a	680,63b	94,84a
	2012	3,03a	45,55b	12,58c	717,61c	97,78b
	2013	4,00c	50,13c	11,00b	650,66a	94,26a
Obrábanie	P 0,05	0,1223	0,3255	0,2293	7,2750	0,5639
	P 0,01	0,1115	0,4356	0,3069	9,2369	0,7556
	K	3,47a	45,51a	11,24b	686,92b	94,97a
	M	3,63b	46,06b	10,95a	679,01a	96,29b
Hnojenie	P 0,05	0,1223	0,4802	0,3393	7,2750	0,8319
	P 0,01	0,1565	0,6097	0,4296		
	H1	3,04a	44,80a	10,61a	681,95a	95,60ab
	H2	3,68b	44,64a	11,36b	684,78a	96,16b
	H3	4,03c	47,92b	11,31b	682,17a	95,12a

Aplikácia priemyselných hnojív, ako aj pozberových zvyškov predplodiny, podporila zvýšenie obsahu bielkovín na úroveň 11,36 a 11,31 %. Najpriaznivejšia hodnota bola na kontrolnom variante (10,61 %). Výsledky sú uvedené v tabuľke 2.

Zvýšenie obsahu bielkovín na základe dusíkatej výživy zistili aj Ložek et al. (2009). Užík et al. (2008) zistili, že jačmeň reagoval zvýšením úrody zrna do dávky dusíka 120 kg.ha⁻¹, čo bolo v porovnaní s kontrolou zvýšenie o 230 %. Výrazné zvýšenie obsahu bielkovín zaznamenali až pri dávke dusíka 80 kg.ha⁻¹.

Vo svojich prácach Hanáčková a Candráková (2013) potvrdili silný vplyv ročníka na dosiahnuté výsledky HTZ, OH, podielu zrna a bielkovín. V ďalších prácach Candráková et al. (2015) potvrdili štatisticky preukazný vplyv ročníka, obrábania pôdy a hnojenia na úrodu zrna jačmeňa siateho jarného. Zo spôsobov obrábania pôdy sa preukázalo, že jačmeň reagoval pozitívne na

minimalizačný spôsob, po ktorom sa dosiahla vyššia úroda zrna. Všeobecne, hustosiate obilniny znášajú plytkú prípravu pôdy bez použitia pluhu.

ZÁVER

Výsledky z pestovania jačmeňa siateho jarného v rokoch 2011 - 2013 dokazujú, že plodina veľmi citlivo reaguje na podmienky pestovania. Vplyv ročníka na úrodu a kvalitu zrna bol vysoko preukazný. Rozhodujúce pritom sú teplotné a vlhkové podmienky v jednotlivých rastových fázach, ktoré ovplyvňujú tvorbu zrna a jeho technologické ukazovatele. Veľký vplyv majú aj na obsah bielkovín v zrne, ktorý je pre potreby sladovníckeho priemyslu limitovaný. Suché a teplé obdobie pri tvorbe zrna zvyšuje ich obsah, čím sa zrno stáva pre výrobu sladku nevhodné, ako to bolo v našich pokusoch v roku 2012. Hnojenie dusíkom podporuje tvorbu úrody, ale zvyšuje aj obsah bielkovín v zrne. V tomto prípade je potrebná rovnováha v zásobení porastu všetkými živinami (N, P, K). Minimalizačný spôsob obrábania pôdy vysoko preukazne ovplyvnil nielen úrodu zrna, ale aj HTZ a podiel zrna nad sitom 2,5 mm. Objemová hmotnosť bola vyššia po konvenčnom obrábaní pôdy, ale aj obsah bielkovín, čo nie je žiaduce. Na variantoch s použitím priemyselných hnojív, ako aj pozberových zvyškov predplodiny, boli zaznamenané pozitívne preukazné vplyvy na úrodu zrna, HTZ a podielu zrna nad sitom 2,5 mm.

Pre prax môžeme odporúčať minimalizačný spôsob obrábania pôdy bez negatívneho vplyvu na kvalitu zrna jačmeňa siateho jarného. Pri používaní dusíkatých hnojív je potrebné brať do úvahy podmienky ročníka a termín ich aplikácie. Hnojenie podporuje zvyšovanie úrody zrna, HTZ, ale aj obsah bielkovín. Z tohto dôvodu sa odporúča aplikácia hnojív do konca odnožovania porastu.

Podakovanie: VEGA 1/0820/15 „Udržateľný systém hospodárenia na pôde s cieľom dosiahnutia vysokých a kvalitných úrod plodín zaradených vo vyváženom oševnom postupe za použitia vybraných intenzifikačných opatrení“.

LITERATÚRA

- CANDRÁKOVÁ, E., HANÁČKOVÁ, E., ŽEMBERY, J., ILLÉŠ, L., ONDRIŠÍK, P., URMINSKÁ, J. 2015: *Pestovanie poľných plodín vo vyváženom oševnom postupe*. Vedecká monografia. Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, 2015, 145 s.
- FECENKO, J., LOŽEK, O. 2000: *Výživa a hnojenie poľných plodín*. Nitra : SPU, 2000, 452 s. ISBN 80-7137-777-5
- HANÁČKOVÁ, E., CANDRÁKOVÁ, E. 2013: *Možnosti uplatnenia pestovateľských systémov jačmeňa siateho jarného v udržateľnom poľnohospodárstve*. 1. vyd. Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2013. 119 s. ISBN 978-80-552-1133-6
- HŘIVNA, L. RYANT, P., PROKEŠ, J. 2007: Vliv hnojení ječmene dusíkem a sírou na výnos a technologické parametry zrna a sladku. In: *Agrochémia*, roč. XI. (47), č. 3/2007, s. 7 - 13.
- CHMIELEWSKI, F. M., KOHN, W. 1999: Impact of weather on yield components of spring cereals over 30 years. In *Agric. For. Meteorol.*, 96: 49 – 58.
- JAMBOROVÁ, M. 2016: *Obilniny. Situačná a výhľadová správa k 31. 12. 2015*. NPPC-VÚEPP Bratislava, roč. XXIII, š. 1, 2016. ISSN 1338-483X
- KUČEROVÁ, J. 2005. The effect of sites and years on the technological quality of winter wheat grain. In: *Plant Soil Environ.*, 51: 101-109.
- LOŽEK, O., SLAMKA, P., VARGA, L., MARČEK, M., SPYCHAJ-FABISIAK, E. 2009: Efektívnosť dusíkatých hnojív s obsahom síry a horčíka pripestovaní jarného jačmeňa. In: *Agrochémia*. roč. XIII. (49), č. 1/2009, s. 16 - 19.
- MCGUIRE C. F., BLACKWOOD L. G. 1990: End-use quality of montana grown hard red spring compared to hard red winter whet. In *Canadian Journal of Plant Science*, 70(3): 629-637.
- ŇARŠANSKÁ, M., GALUŠČÁKOVÁ, E., ONDRIŠÍK, P., PORHAJAŠOVÁ, J., URMINSKÁ, J. 2009: Analýza vplyvu pestovateľských zásahov na zmeny anorganického dusíka v pôde pri pestovaní jačmeňa siateho f. jarnej (*Hordeum vulgare*). In: *Agrochémia*, roč. XIII. (49), č. 1/2009, s. 11-15.
- PSOTA, V. 2000: Ječmen jako sladovnícká a pivovarnická surovina. In: *Jačmeň výroba a zhodnotenie*, Nitra, 2000, s. 85-89
- REPKOVÁ, J., BRESTIČ, M. 2006: Hodnotenie tolerancie genotypov jačmeňa jarného k vysokej teplote využitím parametrov rýchlej fluorescencie chlorofylu A. In: *Nové poznatky z genetiky*

- a šľachtenia poľnohospodárskych rastlín. SCPV-Výskumný ústav rastlinnej výroby Piešťany, 2006, s. 164-165. ISBN 80-88872-57-X
- ŠPÁNIK, F. 2008: Klimatické zmeny a ich vplyv na poľnohospodárstvo. (In: Líška a i. *Všeobecná rastlinná výroba*), 2008, s. 65-69, ISBN 978-80-552-0016-3
- ŠPÁNIK, F., ŠIŠKA, B. 2004: Predpokladaná zmena klímy v 21. storočí a poľnohospodárstvo. In *Agrochémia*, roč. VIII. (44), 2004, s. 22 - 26, ISSN 1335-2415
- TOBIÁŠOVÁ, E., ŠIMANSKÝ, V., 2009: *Kvantifikácia pôdnych vlastností a ich vzájomných vzťahov ovplyvnených antropickou činnosťou*. 1. vydanie. Nitra: SPU. p. 114. ISBN 978-80-552-0196-2.
- UZÍK, M., ŽOFAJOVÁ, A., RUCKSCHLOSS, L. 2008: Reakcia troch odrôd jačmeňa siateho jarného na N hnojenie v úrode zrna a v ukazovateľoch kvality zrna. In: *Agrochémia*, roč. XII. (48), č. 1/2008, s. 6 - 10.
- VIDOVIČ, J. 2001: Účinok hnojenie dusíkom na na úrodu a kvalitu zrna jačmeňa siateho jarného (*Hordeum vulgare* L.). In: *Ved. Práce Výsk. Úst. Rast. Výr. Piešťany*, roč. 30, 2001, s. 5 - 10. ISBN 80-88790-20-4
- ZIMOLKA, J. et al. 2006: *Ječmen - formy a úžitkové smery v Českej republike*. Praha, 2006, 199 s. ISBN 80-86726-18-5.
- ŽÁK, Š., LEHOCKÁ, Z., JAMBOR, M. 2005: Vplyv rôznych systémov pestovania a hnojenia dusíkom na úrodu, vybrané úrodorvorné prvky a niektoré znaky kvality jačmeňa. In: *Agriculture (Poľnohospodárstvo)*, vol. 51, 2005, 12, s. 630-639. ISSN 0551-3677

Adresa autorov: doc. Ing. Eva Candráková, PhD., Katedra rastlinnej výroby; doc. Ing. Eva Hanáčková, PhD., Katedra agrochémie a výživy rastlín, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, SPU; Trieda A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, tel. 037/6508 224, e-mail: Eva.Candrakova@uniag.sk; Eva.Hanackova@uniag.sk

PREDPLODINOVÁ HODNOTA REPY CUKROVEJ Z POHĽADU VÝŠKY ÚROD JAČMEŇA SIATEHO JARNÉHO

Forecrop value of sugar beet from aspects of yield height of spring barley

MILAN MACÁK¹ – MIROSLAV HABÁN^{1,2} – MARTA ANDREJČÍKOVÁ³

¹Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov -
²Univerzita Komenského v Bratislave, Farmaceutická fakulta - ³Ústredný kontrolný a skúšobný ústav poľnohospodársky v Bratislave

The grain yield is a precondition for successful growing of spring barley in Slovakia. Two year field trial carried out in maize growing region in south-western part of Slovakia for evaluation of forecrop value of sugar beet for spring barley was conducted during 2011-2012. Average yield potential of evaluated spring barley varieties growing for malt purposes across the evaluated years and forecrops was 6.06 t.ha⁻¹ - 6.44 t.ha⁻¹. The decrease of spring barley yield growing after sugar beet forecrop was 8%-15% in 2011, but expression of spring barley yield after sugar beet forecrop with comparison to spring barley forecrop was only 48%-58% in 2012 which was characterised by high deficit of soil moisture with total amount of 74.2 mm precipitation doses during April-June. In ongoing climate change and introduction of new cropping technologies, revising of forecrop values of traditional crops is needed.

Key words: *forecrop value, spring barley, sugar beet*

ÚVOD

Jačmeň siaty jarný je po pšenici najvýznamnejšia obilnina v Európe. Za pomerne krátke vegetačné obdobie 95 – 120 dní dokáže vytvoriť veľké množstvo akostnej organickej hmoty. Najväčšia pestovateľská plocha jačmeňa v Slovenskej republike bola v roku 1971 – 1972, kedy dosiahla 328 000 ha (Klimeková 2007). Výmery, úroda a produkcia jačmeňa siateho jarného za ostatné roky sú uvedené v tabuľke 1. Úroda sladovníkeho jačmeňa z 1 ha sa medziročne zvýšila o 25,1 % na 5,13 t/ha (Jamborová 2015).

Tabuľka 1. Pestovanie jačmeňa siateho jarného na Slovensku v rokoch 2010-2014

Ukazovateľ	2010	2011	2012	2013	2014
Zberová plocha (tis. ha)	133,0	135,7	148,0	121,3	138,8
Hektárová úroda (t/ha)	2,72	3,87	3,18	3,68	4,87
Produkcia (tis. t)	361,4	525,0	470,5	446,1	675,9

Zdroj: Jamborová 2015

V EÚ je možné pozorovať neustály vývoj modelov pestovania plodín, ekologickejšieho využívaniu pôdy, čiastočne ako reakciu na klimatické zmeny. Adaptácie na úrovni pestovateľských systémov musia byť založené na súčasných vedeckých poznatkoch a analýzach skúseností poľnohospodárov (Macák 2015).

Jednou z možností prínosu adaptácie pestovateľských postupov je prehodnotenie predplodinovej hodnoty plodín z pohľadu meniacich sa pestovateľských technológií v podmienkach prebiehajúcej klimatickej zmeny. Z pohľadu udržateľnosti je významný preukazný vplyv minerálneho hnojenia spojeného so zaorávaním biomasy predplodiny, čo preukazne podporuje výšku úrody zrna jačmeňa siateho jarného (Candráková a Macák 2015).

Jačmeň siaty jarný vyžaduje dostatok pohotových živín a nezaburinenú pôdu. Veľmi dobrými predplodinami pre jačmeň siaty jarný sú tradične uvádzané okopaniny hnojené maštalným hnojom vrátane repy cukrovej. Je dôležité, aby tieto predplodiny mali relatívne dobre vlahové podmienky v priebehu vegetácie a dostatočnej miere odčerpali dusík (Kováč et al. 2003).

Molnárová (2008) uvádza 10%-15% vyššiu úrodu jačmeňa siateho jarného odrôd Nitran a Xanadu po predplodine repa cukrová v porovnaní s kukuricou siatou. Zavádzaním technológie zberu repy cukrovej bez orezávania, ale s aplikáciou listov rezaním a rovnomerným rozptýlením po ploche napr. (subjekty bez živočíšnej výroby) sa pohľad na repu cukrovú ako jednu z najvhodnejších predplodín pre sladovnícky jačmeň mení (Smatana et al. 2016).

Cieľom práce bolo analyzovať vplyv predplodinovej hodnoty repy cukrovej zo zaoraním nadzemnej biomasy listov a jačmeňa siateho jarného pestovaného bez zaorania slamy v pestovateľsky kontrastných ročníkoch.

MATERIÁL A METÓDY

Na analýzu predplodinovej hodnoty plodín pre jačmeň siaty jarný boli využité oficiálne odrodové pokusy UKSÚP na pozemkoch HOS V. Ripňany v rokoch 2011-2012.

Záujmové územie spadá do povodia Váhu, čiastkového povodia Nitry. Lokalita je situovaná v Nitrianskej pahorkatine. Lokalita sa nachádza v kukuričnej výrobnnej oblasti na hnedozemi, v priemernej nadmorskej výške 170 m n. m. Teplotný normál je 9,7°C, zrážkový normál 582 mm. Obsah prístupných živín bol stanovený podľa Mechlich 3, a pH podľa STN ISO 10390.

Pokusné políčka s osevným sledom repa cukrová-jačmeň siaty jarný mali pH v intervale 5,9-6,9 – čo je slabo kyslá až neutrálna reakcia. Obsah fosforu bol v priemere 112 mg.kg⁻¹, obsah draslíka 222 mg.kg⁻¹, a obsah horčíka bol 318 mg . kg⁻¹. V slede jačme siaty jarný - jačme siaty jarný mali pokusné parcelky pH v intervale 6,8-7,1, obsah fosforu bol 77 mg.kg⁻¹, obsah draslíka 230 mg . kg⁻¹ a vyhovujúci obsah horčíka 139 mg . kg⁻¹. Vlhkostné pomery boli charakterizované „Vlahovým ukazovateľom“ $K = Z - E_o$ v mm. Pričom K je vlahový ukazovateľ, Z je množstvo zrážok v danom mesiaci, E_o je potenciálna evaporácia podľa Thorntwaita.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Na základe analýzy vlahovej bilancie v mesiacoch apríl až jún 2011-2012 možno rok 2011 charakterizovať ako zrážkovo vhodný pre pestovanie jačmeňa siateho s celkovou sumou zrážok v mesiaci apríl-jún 260,5 mm a sumou vlahového ukazovateľa -70 mm. V roku 2012 napršalo za rovnaké obdobie mesiacov apríl až jún iba 74,2 mm a sumárny vlahový ukazovateľ K bol -197 mm. Uvedené pestovateľské ročníky možno charakterizovať ako mimoriadne kontrastné, čo vytvorilo predpoklad pre hlbšiu analýzu hodnotenia predplodinovej hodnoty repy cukrovej v porovnaní s predplodinou jačmeň siaty jarný. Vlahový ukazovateľ, vyjadrený rozdielom medzi atmosférickými zrážkami a potenciálnou evapotranspiráciou, patrí k najvýznamnejším charakteristikám hodnotenia vodného režimu konkrétneho ekosystému. Pri kladnej bilancii dochádza v pôdnom profile k zvyšovaniu pôdnej vlhkosti, a naopak, pri zápornej bilancii dochádza k poklesu pôdnej vlhkosti (Bárek 2006).

Pre podrobnejšiu analýzu predplodinovej hodnoty boli zo súboru osem skúšaných genotypov vybrané odrody Wiebke, Shuffle a Salome ktorých priemerný úrodový potenciál v dvoch kontrastných rokoch dosiahol parametre 6,06 t.ha⁻¹ – 6,44 t.ha⁻¹ (tabuľka 2).

Tabuľka 2. Testovanie rozdielu priemerných úrod 3 odrôd jačmeňa jarného v rokoch 2011 - 2012

Odroda	Priemerná úroda – v t.ha ⁻¹
Wiebke	6,068125 ^a
Shuffle	6,180000 ^{ab}
Salome	6,443750 ^{bc}

LSD test. Úrody pri rozdielnych písmenách sú preukazné na hladine významnosti $P < 0,05$

Najvyšší podiel na celkovej variabilite mali popri podmienkach ročníka predplodinová hodnota jačmeňa siateho jarného a repy cukrovej (tabuľka 3). Nebola zistená preukazná interakcie odrody s predplodinovou hodnotou. Možno konštatovať, že hodnotené odrody jačmeňa siateho jarného reagovali na predplodinovú hodnotu podobnou expresiou úrodového potenciálu.

Tabuľka 3. Vybrané faktory ANOVA pre úrodu zrna odrôd jačmeňa siateho jarného po predplodine jačmeň siaty jarný a repa cukrová, 2011 - 2012

Faktory	Suma štvorcov	F	p
Intercept	4988,507	29460,06	0,000000
Predplodina	95,013	561,11	0,000000
Odroda*Rok	3,883	3,28	0,004404
Predplodina*Rok	24,992	147,60	0,000000
Odroda*Predplodina	0,805	0,68	0,689032
Rok*Opakovanie	2,199	4,33	0,007267

V naturálnom vyjadrení ide o výrazné rozdiely v úrode zrna jačmeňa siateho jarného hlavne v podmienkach charakterizovaných nedostatkom zrážok resp. deficitom vlhkového bilancie (tabuľka 4).

Tabuľka 4. Úroda zrna jačmeňa siateho jarného po predplodine repa cukrová a jačmeň siaty jarný v roku 2011-2012

Odrody	Predplodina	Úroda zrna	Rozdiel v úrode	
Rok 2011				
Wiebke	RC	7,16 t.ha ⁻¹	-0,61 t.ha ⁻¹	92,14%
	JJ	7,77 t.ha ⁻¹		100 %
Shuffle	RC	6,86 t.ha ⁻¹	-1,06 t.ha ⁻¹	86,6 %
	JJ	7,92 t.ha ⁻¹		100 %
Salome	RC	7,16 t.ha ⁻¹	-1,27 t.ha ⁻¹	84,9 %
	JJ	8,43 t.ha ⁻¹		100 %
Rok 2012				
Wiebke	RC	3,41 t.ha ⁻¹	- 3,24 t.ha ⁻¹	51,2 %
	JJ	6,65 t.ha ⁻¹		100 %
Shuffle	RC	3,49 t.ha ⁻¹	- 3,7 t.ha ⁻¹	48,07 %
	JJ	7,26 t.ha ⁻¹		100 %
Salome	RC	4,04 t.ha ⁻¹	- 2,9 t.ha ⁻¹	58,2 %
	JJ	6,94 t.ha ⁻¹		100 %

RC repa cukrová, JJ jačmeň siaty jarný

Podiel predplodiny na variabilite úrod zrna jačmeňa siateho jarného bol viac ako šesťnásťkrát vyšší ako podiel samotných odrôd. Príklad diametrálne odlišných úrod dosiahnutých po jednotlivých plodinách v mimoriadne kontrastných podmienkach ročníkov 2011 versus 2012 indikuje potrebu širšej analýzy predplodinovej hodnoty a reakcie intenzívnych odrôd na stav pôdy z hľadiska výživového alebo vlhkového stavu. V období výrazného vlhkového deficitu vyjadreného hodnotou K-197 mm počas mesiacov apríl až jún bol výrazne negatívne ovplyvnený proces formovania úrodovných prvkov a úrody zrna jačmeňa siateho jarného v roku 2012. Nepriaznivé vlhkové podmienky roku 2012 spojené s teplotami nad klimatickým normálom v mesiaci apríl (+1,4°C), máj (+2,2°C) a jún (+1,9°C) boli dobrým modelovým príkladom prebiehajúcej klimatickej zmeny a prekračovanie teplôt nad limitnú hodnotu. Drastické zníženie úrody zrna jačmeňa siateho jarného vo variantoch líšiacich sa len predplodinou dokazuje zvyšujúci sa význam predplodinovej hodnoty v podmienkach prebiehajúcej klimatickej zmeny.

Jedným z najefektívnejších prvkov udržateľného hospodárenia na pôde je realizácia správne zostaveného oševného postupu a jeho dôsledné dodržiavanie (Pospíšil et al., 2012). Vhodným oševným sledom sa zabezpečí vyšší energetický a teda aj potravinový výstup pri rovnakej úrovni vstupov. Optimalizácia oševných sledov je efektívny spôsob znižovania energetických vstupov a zvyšovania udržateľnosti produkcie.

ZÁVER

- Úroda vysoko produktívnych odrôd jačmeňa siateho v pestovateľsky nepriaznivom roku (veľmi teplý s výrazným deficitom zrážok na úrovni $K = -197$ mm) dosiahla len 48% -58 % úroveň úrody v porovnaní s jačmeňom siatym jarným pestovaným po sebe.
- Na základe výsledkov hodnotenia predplodínovej hodnoty repy cukrovej a jačmeňa siateho jarného, hodnoteného podľa výšky dosiahnutej produkcie, možno konštatovať, že pestovanie jačmeňa siateho jarného v podmienkach nepriaznivej vlhovej bilancie je vysoko rizikové a podobne je potrebné prehodnotiť predplodínovú hodnotu viacerých plodín z pohľadu následnej pôdnej vodnej bilancie.

Pod'akovanie: Príspevok vznikol s podporou projektu VEGA 1/0544/13 „ Výskum agroenvironmentálnych indikátorov udržateľnosti a produkčnej schopnosti agroekosystému pri diverzifikácii osevného postupu v podmienkach meniacej sa klímy“

LITERATÚRA

- BÁREK, V. 2006: Klimatická zmena a závlahy. *Štúdia Slovenskej bioklimatickej spoločnosti pri SAV*, XXIII, ročník XX. Zvolen, 36 s. ISBN 80-228-1717-2
- CANDRÁKOVÁ, E., MACÁK, M. 2015: Yield and grain quality of spring barley as affected by soil tillage method and fertilization. In: *Research Journal of Agricultural Science*, roč. 47 č.1, s.45-50.
- POSPIŠIL, R., ČERNÝ, I., CANDRÁKOVÁ, E. 2012. *Integrovaná rastlinná výroba*. 1. ed. Nitra : SPU v Nitre, 168s. ISBN 978-80-552-0784-1.
- SMATANA, J. MACÁK, M., ANDREJČÍKOVÁ, M. 2016: Spring barley variety trial (*Hordeum vulgare* L.) in the climatic condition of western Slovakia. In: *Research Journal of Agricultural Science*, roč. 48, č. 1, s. 177-181.
- MOLNÁROVÁ, J. 2008: Production and Quality of Spring Barley in Relation to Selected Agrotechnical Factors and Weather Condition. 2008. *Proceedings. 43rd Croatian and 3rd International Symposium on Agriculture*, Opatija : Croatia, 2008. s. 596-600
- KOVÁČ, K., BABULICOVA, M. KUCHAROVIC, A. 2003: Účinok predplodiny a intenzity hnojenia na úrodu a kvalitu zrna jarného jačmeňa (*Hordeum vulgare* L.). In: *Udržateľné poľnohospodárstvo a rozvoj vidieka*, zb. prác z vedeckej konf. s medzinárodnou účasťou, 25.-26. septembra 2003, SPU v Nitre, Slovenská republika. Nitra : SPU v Nitre, s. 184-186.
- JAMBOROVÁ, M. 2015. Obilniny. *Situačná a výhľadová správa*. roč. XXII., č.2. s. 16-18
- KLIMEKOVÁ, M. 2007: Vplyv pestovateľského systému, predplodiny a ročníka na úrody jačmeňa siateho jarného. Sborník z konferencie „Ekologické zemědělství 2007“, 100 6.-7.2. 2007, s.99-101
- Macák, M. 2015. Udržateľné poľnohospodárstvo a rozvoj vidieckej krajiny. In.: Cenker, M. Uličná, I. (eds.). *Rozvojové vzdelávanie. Témy a metódy II*. s.112-134. Nadácia Pontis : Bratislava, ISBN 978-80-971310-6-7

ROZDIELY V KVALITATÍVNYCH A KVANTITATÍVNYCH PARAMETROCH KAPUSTY REPKOVEJ PRAVEJ FORMY OZIMNEJ V ZÁVISLOSTI OD FUNGICÍDNEHO OŠETRENIA, ODRODY A POVETERNOSTNÝCH POMEROV

The differences in qualitative and quantitative parameters of winter rape in dependence on the fungicide treatment, variety and weather

LUBICA MALOVCOVÁ – MÁRIA SEKERKOVÁ – ANDREA LANČARIČOVÁ

Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav rastlinnej výroby Piešťany

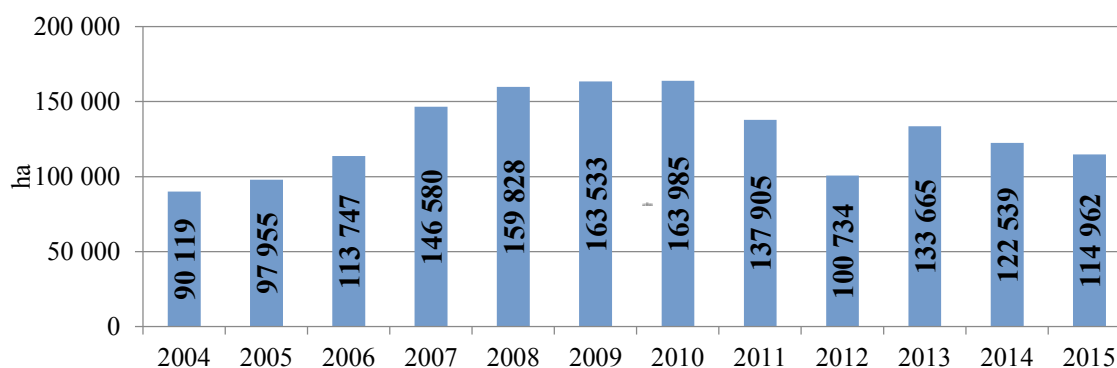
*The field trial was conducted in the Research Institute of Plant Production Piešťany in the experimental station Borovce. In the crop rotation four crops were rotated as follow: sunflower, spring barley, winter rape and winter wheat. Three hybrids of sunflower were used: Tatra, ES Centurio and ES Astrid. In 2014 and 2015, the effects of variety and fungicide treatment on the yield and oil content of rape winter were investigated. The fungicide treatment with product Caryx in dose $1,0 \text{ l.ha}^{-1}$ was applied in growth stage (GS) 16, fungicide treatment Horizon in dose $1,0 \text{ l.ha}^{-1}$ (GS 30) and fungicide treatment with product Pictor in dose $0,5 \text{ l.ha}^{-1}$ was realized in GS 65 –flowering. In average two years, the winter rape yield of variety Tatra was statistically significantly influenced by the application of chemical preparations. The treatment with chemical preparations caused the increase of yield at $0,54 \text{ t.ha}^{-1}$ in comparison with untreated plot ($Hd_{(0,05)} - 0,30+$). The increase of oil content in dependence on the treatment with chemical preparations was in the range $0.5 - 1,2 \%$. The differences were not statistically responsible. The differences of oil content in dependence of weather in particular monitored years were statistically significant. In the treatment with chemical preparations, every variety (hybrid) was attacked lower by pathogene *Sclerotinia sclerotiorum* and *Verticilium spp.* than untreated plot. The variety Tatra was most attacked by *Sclerotinia sclerotiorum* from three used genotype.*

Key words: winter rape, *Verticilium spp.*, *Sclerotinia sclerotiorum*, fungicides

ÚVOD

Kapusta repková pravá forma ozimná (ďalej repka) je na Slovensku najvýznamnejšou olejninou, ktorá má širokospektrálne využitie nielen pre potravinársky priemysel. Hoci patrí medzi agrotechnicky najnáročnejšie plodiny, jej pestovanie je pri správnom načasovaní ošetrovaní proti chorobám a škodcom rentabilné. V poľnohospodárskych podnikoch sa klasický oševný postup prestal používať, repka sa strieda s obilninou, napriek tomu, že podiel repky v oševnom postupe je dôležitý faktor ovplyvňujúci úrodu semena. Vo všeobecnosti sa úroda semena zvyšuje so zvyšujúcim sa obdobím prerušenia medzi dvoma osevmi repky ozimnej (Christen 2001). Koncentrovaný oševný postup prináša so sebou aj výraznejšie napadnutie chorobami ktorých patogénny materiál (napr. skleróciá) dlhodobo prežíva v pôde.

Od roku 2004 do roku 2010 mali plochy pestovania repky na Slovensku stúpajúcu tendenciu. V roku 2011 sa na znížených oševných plochách podieľali vyorávky, ktorých príčinou boli nielen holomrazy, vplyvom ktorých vymrzli repky siate neskoro až po agrotechnickom termíne, ale aj škody spôsobené slizniakmi. Aj v roku 2012 došlo k veľkému vyorávaniu plôch repky v dôsledku neskorého vzchádzania repky vplyvom suchého augusta a septembra 2011, následkom čoho repka vstupovala do zimy so slabo vyvinutým koreňovým systémom (najmä koreňovým krčkom) aj celkovým habitusom nadzemnej časti. V zime roku 2011/2012 sa prejavili niekoľkodňové silné holomrazy. Po otvorení vegetácie boli veľké teplotné výkyvy medzi dennými a nočnými teplotami, čo malo za následok povytiahnutie koreňov v pôde – prerušenie kompatibility koreňa s pôdou a k tomu sa pridružili silné vysušujúce vetry, čo spôsobilo odumretie slabo vyvinutých rastlín repky. V roku 2013 sa počet osiatych hektárov zvýšil, ale dosiahol len 81,5 % plochy vysiatej v roku 2010, kedy boli plochy repky najvyššie (Masarovičová et al., 2014). V rokoch 2014 a 2015 sa na zníženom oseve podieľalo nahradenie osevu repky ozimnej slnečnicou, hlavne v južných regiónoch (obrázok 1).

Obrázok 1: Vývoj plôch repky od roku 2004 do roku 2015 (ŠÚ SR, 2004-2015)

Na úrode a kvalitatívnych parametroch plodín sa okrem správneho režimu hnojenia zásadne podieľajú optimálne termíny chemických ošetrovaní, klimatické pomery v danom roku, vhodná predplodina a tiež výber vhodnej odrody.

Cieľom našej práce bolo zistiť vplyv odrody a fungicídneho ošetrovania na kvantitatívne a kvalitatívne parametre repky ozimnej v koncentrovanom oševnom postupe.

MATERIÁL A METÓDY

V pokuse boli sledované 3 genotypy repky ozimnej: odroda Tatra, hybrid ES Centurio a odroda ES Astrid.

Pri každom hybride alebo odrode boli sledované 2 varianty fungicídneho ošetrovania (kontrolný a ošetrovaný variant). Pri ošetrovaných variantoch sme aplikovali v rastovej fáze BBCH 16 morforegulačný prípravok s fungicídny účinkom Caryx v dávke $1,0 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$ (účinná látka metconazole $30 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$ a mepiquatchlorid $210 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$), ktorý v jesennom období reguluje rast repky, podieľa sa na zatiahnutí vegetačného vrcholu, aby nedošlo na jeseň k jeho predĺžovaniu, čo zvyšuje možnosť vymrznutia. V jarnom období, v rastovej fáze BBCH 30 sme na ošetrovaných variantoch aplikovali fungicíd Horizon $1,0 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$ (účinná látka tebuconazole $250 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$) a v rastovej fáze BBCH 65 fungicíd Pictor $0,5 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$ (účinná látka boscalid $200 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$ a dymoxystrobin $200 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$), prípravok povolený v repke proti bielej hnilobe, plesni sivej a fómovej hnilobe. Insekticídne ošetrovania v sledovanom období boli nasmerované proti skočkám, krytonosovi repkovému a štvorzubovému, blyskáčikovi repkovému a bylomorovi kapustovému. Zdravotný stav repky ozimnej bol hodnotený podľa platných EPPO metodík.

Pokus bol založený v rokoch 2014 a 2015 na experimentálnej báze NPPC – VÚRV Piešťany na Výskumnom pracovisku Borovce metódou znáhodnených blokov s 3 opakovaniami, s veľkosťou parcelky 10 m^2 . 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), obsah humusu 1,8–2,0 %. Lokalita sa nachádza v nadmorskej výške 167 m.n.m. Oševný postup je tvorený 4 plodínami: slnečnica ročná, jačmeň siaty jarný, kapusta repková pravá forma ozimná a pšenica letná forma ozimná.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Medzi choroby významne ovplyvňujúce úrodu a kvalitu produkcie repky patrí biela hniloba a verticíliové vädnutie. Biela hniloba (*Sclerotinia sclerotiorum*) je kozmopolitný hubový patogén schopný infikovať viac ako 400 druhov rastlín na celom svete (Boland a Hall, 1994). Ochorenie sa môže prejavovať odumieraním klíčiacych rastlín, významné škody vo výške úrody a kvalite semien sú spôsobené prerušením cievnych zväzkov a následným núdzovým dozrievaním. Verticíliové vädnutie (*Verticillium spp.*) je choroba, ktorá sa šíri od koreňov do cievneho systému a taktiež sa podieľa na núdzovom dozrievaní rastlín.

Vzhľadom k teplotne nadpriemernému februáru, marcu a aprílu 2014 v porovnaní s dlhodobým priemerom a tiež zrážkovo nadnormálnemu aprílu a máju (máj – 204 % oproti dlhodobému normálu) klíčenie sklerócií začalo začiatkom druhej aprílovej dekády a maximum dosahovalo v tretej dekáde mája. Správne načasovaným aplikovaním prípravkov na ochranu rastlín v repke ozimnej sme zaznamenali v priemere za všetky 3 odrody zvýšenie úrody o $0,5 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ($Hd_{(0,05)} - 0,39+$) v porovnaní s

neošetrenými kontrolami. U odrody Tatra bol prírastok úrody $0,84 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (138 % oproti neoštrenej kontrole), u hybridu ES Astrid $0,54 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (118 % v porovnaní s neošetrenou kontrolou). U hybridu ES Centurio bolo zvýšenie úrody o $0,12 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (tabuľka 1). Pri každej odrode (hybride) sme na oštrenej variante zaznamenali nižšie napadnutie patogénmi *Sclerotinia sclerotiorum* a *Verticilium spp.* v porovnaní s kontrolným variantom. Z troch vysiatych genotypov bola bielou hnilobou najviac napadnutá odroda Tatra (tabuľka 2).

Percentuálny obsah lipidov v semenách repky sa zvýšil v porovnaní s neošetrenými variantmi od 1,0 – 1,9 % v závislosti od odrody. Štatisticky preukazný vplyv na tento faktor mali rozdiely v olejnatosti medzi odrodami.

Vegetačný rok 2015 bol teplotne a zrážkovo pod dlhodobým priemerom. Hlavne mesiace apríl a jún boli hlboko pod dlhodobým normálom – v apríli padlo 21,9 mm zrážok, čo predstavuje 50,9 % dlhodobého normálu (DN), júni to bolo 26,3 % DN. Aj mesiac máj sa vyznačoval suchým počasím v prvých dvoch dekádach, až v tretej dekáde padlo výraznejšie množstvo zrážok (v porovnaní s DN padlo v máji 109 % zrážok) (tabuľka 3).

V roku 2015 sme pri repke ozimnej na oštrenej variante zaznamenali preukazné zvýšenie úrody - u odrody Tatra ($0,25 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$), pri hybride ES Centurio a odrode ES Astrid bola úroda rovnaká ako na neošetrených variantoch. Štatisticky významný rozdiel sme zistili medzi odrodami. V tomto roku sme nezaznamenali výrazné napadnutie bielou hnilobou (*Sclerotinia sclerotiorum*), ktoré by sa mohlo podieľať na znížení úrody, nakoľko na výskyt bielej hniloby majú významný vplyv roky s vyššími zrážkami (Bečka et al., 2012). Na neošetrených variantoch sa pohybovalo napadnutie týmto patogénom od 4 % do 5,3 %, pričom na oštrenej variante sme nezaznamenali žiadne napadnutie. Preukazné rozdiely v závislosti od oštrenej a odrody sa prejavili pri napadnutí verticíliovým vädnutím (*Verticilium spp.*). Na kontrolnej variante bola najviac napadnutá odroda Tatra (32,7%). Preukazným faktorom bola olejnatosť semien v závislosti od odrody, aplikácia chemických prípravkov mala vplyv na štatistickú preukaznosť u odrody ES Centurio.

Z pohľadu dvoch rokov môžeme konštatovať, že preukazné rozdiely vo výške úrody repky ozimnej v závislosti od aplikácie chemických prípravkov sme zaznamenali u odrody Tatra. Na oštrenej variante bola úroda o $0,54 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ vyššia oproti kontrole ($Hd_{(0,05)} - 0,30+$). Zvýšenie olejnatosti v závislosti od oštrenej sa pohybovalo od 0,5 – 1,2 %. Rozdiely však boli nepreukazné. Preukazné však boli rozdiely v olejnatosti v závislosti od poveternostných podmienok v jednotlivých sledovaných rokoch. Vyššiu olejnatosť semien sme zaznamenali v roku 2014. V tomto roku bola olejnatosť vyššia u neošetrených variantov o 3 % a u oštrenej o 4,1 % oproti roku 2015.

ZÁVER

- Na aplikáciu chemických prípravkov najlepšie reagovala odroda Tatra. V priemere za dva roky sme zaznamenali na oštrenej variante štatisticky preukazne vyššiu úrodu v porovnaní s kontrolným variantom (nárast o $0,54 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$).
- Zvýšenie olejnatosti v závislosti od oštrenej sa pohybovalo od 0,5 – 1,2 %. Preukazným faktorom v olejnatosti semien bola v priemere dvoch rokov (2014 a 2015) odroda/hybrid a rok.
- Pri každej odrode/hybride sme na oštrenej variante zaznamenali nižšie napadnutie patogénmi *Sclerotinia sclerotiorum* a *Verticilium spp.* v porovnaní s kontrolným variantom. Z troch vysiatych genotypov bola na kontrolnej variante bielou hnilobou najviac napadnutá odroda Tatra.

PodĎakovanie:

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 UDRŽATELNEJ RASTLINNEJ VÝROBE V MENIACICH SA PODMIENKACH PROSTREDIA

Tabuľka 1. Vplyv fungicídneho ošetrovania pšenice ozimnej na úrodu a olejnatosť v rokoch 2014 a 2015

Odroda	Úroda (t.ha ⁻¹)			Olejnatosť (%)		
	2014	2015	Priemer	2014	2015	Priemer
1. Tatra - A	2,19	2,41	2,30	50,0	45,7	47,9
2. Tatra - B	3,03	2,66	2,84	51,7	46,5	49,1
<i>Hd_{0,05} ošetrovanie</i>	0,94	0,17+	0,30+	2,91	2,99	1,43
3. ES Centurio - A	3,61	3,08	3,35	46,6	45,2	45,9
4. ES Centurio - B	3,73	3,09	3,42	48,5	45,6	47,1
<i>Hd_{0,05} ošetrovanie</i>	0,99	0,14	0,41	8,94	0,35+	2,69
5. ES Astrid - A	2,99	3,14	3,07	46,4	43,2	44,8
6. ES Astrid - B	3,53	3,18	3,35	47,4	43,3	45,3
<i>Hd_{0,05} ošetrovanie</i>	2,14	2,52	0,85	3,44	2,45	1,30
<i>Hd_(0,05) - ošetrovanie</i>	0,39+	0,34	0,26+	1,61	0,79	0,95+
<i>Hd_(0,05) - odroda</i>	0,59+	0,51+	0,39+	2,43+	1,20+	1,40+
<i>Hd_(0,05) - rok</i>			0,26			0,95+

A - kontrolný variant bez ošetrovania, B – ošetrovaný variant

Tabuľka 2. Vplyv fungicídneho ošetrovania repky ozimnej na napadnutie verticiliovým vädnutím (*Verticillium spp.*) a bielej hniloby (*Sclerotinium sclerotiorum*) v rokoch 2014 a 2015

Odroda	<i>Verticillium spp</i>			<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>		
	2014	2015	Priemer	2014	2015	Priemer
1. Tatra - A	6,0	34,7	20,3	10,4	5,3	7,9
2. Tatra - B	4,7	20,0	12,3	1,5	0,0	0,8
<i>Hd_(0,05) - ošetrovanie</i>	5,17	15,18	4,93+			
3. ES Centurio - A	7,3	24,7	16,0	7,8	4,0	5,9
4. ES Centurio - B	3,0	15,3	9,2	0,2	0,0	0,1
<i>Hd_(0,05) - ošetrovanie</i>	2,87+	5,74+	3,61+			
5. ES Astrid - A	11,3	21,3	16,3	9,2	4,0	6,6
6. ES Astrid - B	3,3	17,3	10,3	0,7	0,0	0,4
<i>Hd_(0,05) - ošetrovanie</i>	7,45+	0,43+	3,36+			

A - kontrolný variant bez ošetrovania, B – ošetrovaný variant

Tabuľka 3. 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.

LITERATÚRA

BEČKA, D., PROKINOVÁ, E., BOKOR, P., ŠIMKA, J., VAŠÁK, J. 2012: Výskyt hubových chorôb (hlizeny obecné a verticiliového vädnutia) na repce ozimé v roke 2010/11. In: Sborník z konferencie "Prosperujúci olejnatý", p. 60-64.

BOLAND., G.J., HALL, R.: Index of Plant Hosts of *Sclerotinia sclerotiorum*. Canadian Journal of Plant Pathology, 1994, 16, 93-108.

CHRISTEN, O. 2001: Yield, yield formation and yield stability of wheat, barley and rapeseed in different crop rotations. In: *Pflanzenbauwissenschaften* 5, p. 33-39

MASAROVIČOVÁ, E., MALOVCOVÁ, Ľ., SEKERKOVÁ, M., BABULICOVÁ, M. 2014: Charakteristika repky olejky z hľadiska pestovateľských klimatických podmienok. Príspevky k problematike zemědělského pokusníctví, Praha, p. 140

SÚPIS PLÔCH OSIATYCH POĽNOHOSPODÁRSKYMI PLODINAMI k 20.5.2005-2012.

Štatistický úrad Slovenskej republiky. 2004-2015. Bratislava: 44.

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

ZVÝŠENIE ÚRODY NAŽIEK A OBSAHU OLEJA V NAŽKÁCH SLNEČNICE ROČNEJ PROSTREDNÍCTVOM BIOSTIMULÁCIE

Increasing of Sunflower Seed Yield and Oil Content in Seeds by Bio-Stimulation

DÁVID ERNST – IVAN ČERNÝ

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

The aim of this field experiment was to test the effect of two plant growth bio-stimulators on seed yield and oil content in seeds of sunflower. The experiment was established under the conditions of warm maize growing region in 2015. The first bio-stimulator utilizes the presence of the composition of different bacteria types which are capable to bind the essential nutrients N, P, K and transmitting it in a form accessible to the plants. The effect of the second bio-stimulator is based on the humic and fulvic acids. The temporary results of the experiment shows that the effect of bio-stimulation on the experimental parameters seed yield and oil content in seeds was high significant ($P < 0.01$). The highest seed yield (2.22 t/ha) and highest oil content in seeds (45.24%) were determined in variant with mutual combination of the plant growth bio-stimulators.

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

ÚVOD

Slnečnica ročná (*Helianthus annuus* L.) je považovaná za štvrtú najvýznamnejšiu olejninu sveta so zberovou plochou približne 25 miliónov hektárov, z ktorej sa ročne vyprodukuje v priemere 36 miliónov ton nažiek (FAO, 2013). Úrodu nažiek a obsah oleja v nažkách slnečnice ročnej ovplyvňuje jej nízka autoregulačná a kompenzačná schopnosť a náchylnosť k poliehaniu (Sposaro *et al.*, 2010; García-López *et al.*, 2016). Vplyv uvedených nepriaznivých faktorov pestovania je však možné eliminovať, napr. biostimuláciou (Heideri & Karami, 2014; Arif *et al.*, 2016). Využívanie biostimulácie je podopreté o výskumy zaoberajúce sa vplyvom rastových stimulátorov najmä na zdravotný stav, priebeh transpirácie, fotosyntézy, úrodotočné prvky, úrodu nažiek a obsah oleja v nažkách slnečnice ročnej (Spitzer *et al.*, 2011). Pestovateľská prax však disponuje nedostatkom informácií o možnosti využitia stimulátorov rastu pri pestovaní slnečnice ročnej v oblasti využívania živých organizmov, úrovne koncentrácií a kombinácií prípravkov a ich účinku v rôznych agroekologických podmienkach prostredia (Koutroubas *et al.*, 2014; Arif *et al.*, 2016).

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

MATERIÁL A METÓDY

Poľný maloparcelkový experiment bol založený v roku 2015 na experimentálnej báze Strediska biológie a ekológie rastlín FAPZ SPU v Nitre – Dolná Malanta. Lokalita sa nachádza v teplej kukuričnej výrobní oblasti západného Slovenska (klimatická oblasť: teplá; klimatická podoblasť: suchá; klimatický okrsok: teplý, suchý s miernou zimou a dlhým slnečným svitom; pôda: hnedozem kultizemná). Osevný postup bol 7 honový, predplodinou slnečnice ročnej (*Helianthus annuus* L.) bola pšenica letná forma ozimná (*Triticum aestivum* L.). Obrábanie pôdy (podmietka, hlboká jesenná orba) a spôsob založenia porastu (medziriadková vzdialenosť: 0,70 m; vzdialenosť v riadku: 0,22 m) boli realizované konvenčným spôsobom pestovania slnečnice ročnej. Základné hnojenie bolo uskutočnené na základe agrochemického rozboru pôdy na predpokladanú výšku úrody 3 t.ha⁻¹. K výpočtu dávok jednotlivých hnojív bola použitá bilančná metóda.

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

Foliárne boli aplikované nasledovné rastlinné biostimulátory rastu: BiomagicPlus – biostimulátor na báze baktérii *Azospirillum* sp. (fixujúcich N), *Bacillus megaterium* (baktéria

sprístupňujúca P) a *Fratureia aurentia* (baktéria sprístupňujúca K). BlackJak – biostimulátor na báze humínových kyselín a fulvokyselín. Varianty ošetrovania slnečnice ročnej rastovými biostimulátormi sú uvedené v tabuľke 1.

Tabuľka 1 Varianty ošetrovania slnečnice ročnej rastovými biostimulátormi v roku 2015

Variant	Termín aplikácie	Dávka
Kontrola	–	–
BiomagicPlus	BBCH 18	2 l.ha ⁻¹
BlackJak	BBCH 18	1,5 l.ha ⁻¹
	BBCH 57	1,5 l.ha ⁻¹
BiomagicPlus + BlackJak	BBCH 18	2 l.ha ⁻¹ + 4 l.ha ⁻¹

V experimente boli hodnotené experimentálne parametre úroda nažiek (t.ha⁻¹) a obsah oleja v nažkách (%). Experiment bol založený metódou kolmo delených blokov s náhodným usporiadaním pokusných členov, v troch opakovaníach. Výsledky experimentu boli štatisticky vyhodnotené analýzou rozptylu prostredníctvom štatistického programu Statistica 10. Pri testovaní kontrastov bol využitý Tukeyov test.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Priemerná úroda nažiek dosiahla hodnotu 2,10 t.ha⁻¹. Najnižšia úroda nažiek bola zistená na kontrolnom variante. Najvyššia úroda bola zaznamenaná na variante s aplikáciou biostimulátorov BiomagicPlus + BlackJak, kde bol pozorovaný nárast úrody v porovnaní s kontrolným variantom o takmer 12 % (Tabuľka 2). Výsledky analýzy rozptylu potvrdili štatisticky vysoko preukazný vplyv ($P < 0,01$) biostimulácie na výšku úrody nažiek slnečnice ročnej (Tabuľka 3).

Priemerný obsah oleja v nažkách bol 43,96 %. Najnižší obsah oleja bol zaznamenaný na kontrolnom variante. Najvyšší obsah oleja bol zaznamenaný na variante s aplikáciou biostimulátorov BiomagicPlus + BlackJak, kde bol zistený nárast obsahu oleja v porovnaní s kontrolným variantom o viac ako 6 % (Tabuľka 2). Výsledky analýzy rozptylu potvrdili štatisticky vysoko preukazný vplyv ($P < 0,01$) biostimulácie na obsah oleja v nažkách slnečnice ročnej (Tabuľka 3).

Tabuľka 2 Úroda nažiek a obsah oleja v nažkách slnečnice ročnej v roku 2015, testovanie kontrastov – Tukeyov test ($\alpha = 0,01$)

Variant	Úroda (t.ha ⁻¹)	Olej (%)
Kontrola	1,99 a	42,57 a
BiomagicPlus	2,08 ab	43,92 ab
BlackJak	2,13 ab	44,09 ab
BiomagicPlus + BlackJak	2,22 b	45,24 b
Priemer	2,10	43,96

Tabuľka 3 Analýza rozptylu ($\alpha = 0,01$) pre úrodu nažiek a obsah oleja v nažkách slnečnice ročnej v roku 2015

Variant		Úroda	Olej
	<i>F</i>		5,440
	<i>P</i>	0,004	0,009

Štatisticky preukazný vplyv biostimulácie na výšku úrody nažiek slnečnice ročnej zaznamenal Arif *et al.* (2016), ktorý dokumentuje zvýšenie úrody nažiek po aplikácii biostimulátora rastu, ktorého účinok je založený na aktivite rizobaktérií podporujúcich rast rastlín. Štatisticky vysoko preukazný vplyv biostimulátorov rastu na výšku úrody nažiek a obsah oleja v nažkách potvrdili Heideri

& Karami (2014) a Koutroubas *et al.* (2014). Heideri & Karami (2014) zaznamenali zvýšenie úrody nažiek a obsahu oleja v nažkách slnečnice ročnej po aplikácii biostimulátora rastu, ktorý obsahoval huby vyvolávajúce mykorízu. Zistenia uvedených autorov sú v súlade s výsledkami experimentu, ktoré taktiež potvrdili zvýšenie úrody nažiek a obsahu oleja v nažkách slnečnice ročnej na základe pôsobenia živých organizmov – baktérií.

ZÁVER

Z výsledkov experimentu, v ktorom bol v kukuričnej výrobní oblasti západného Slovenska v roku 2015 hodnotený vplyv biostimulácie na výšku úrody nažiek a obsah oleja v nažkách slnečnice ročnej je zrejmé, že účinok biostimulátorov rastu na úrodu nažiek a obsah oleja v nažkách bol štatisticky vysoko preukazný ($P < 0,01$). Najvyššia úroda nažiek ($2,22 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) a najvyšší obsah oleja v nažkách (45,24 %) boli zaznamenané na variante s aplikáciou vzájomnej kombinácie biostimulátorov rastu BiomagicPlus a BlackJak. Priebežné výsledky experimentu preukázali, že využitie biostimulácie pri pestovaní slnečnice ročnej prispelo k zvýšeniu jej kvantity a kvality produkcie – k zvýšeniu úrody nažiek o takmer 12 % a k zvýšeniu obsahu oleja v nažkách o viac ako 6 %. Poľnohospodárska prax zaznamenáva v súčasnosti pri pestovaní slnečnice ročnej negatívny vplyv klimatických zmien. Problém predstavuje najmä nedostatok vlhky v hlavnom vegetačnom období, ale i výskyt nových hubových a bakteriálnych chorôb. Na základe výsledkov experimentu je možné biostimuláciu porastov slnečnice ročnej považovať za významný racionalizačný prvok technológie jej pestovania, ktorý môže viesť k riešeniu súčasných problémov poľnohospodárskej praxe a k dosiahnutiu konkurencieschopnosti produkcie.

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

LITERATÚRA

- ARIF, M.S. – RIAZ, M. – SHAHZAD, S.M. – YASMEEN, T. – AKHTAR, M.J. – RIAZ, M.A. – JASSEY, V.E.J. – BRAGAZZA, L. – BUTTLER, A. 2016. Associative interplay of plant growth promoting rhizobacteria (*Pseudomonas aeruginosa* QS40) with nitrogen fertilizers improves sunflower (*Helianthus annuus* L.) productivity and fertility of aridisol In *Applied Soil Ecology*, vol. 108, pp. 238–247. ISSN 0929-1393. DOI: dx.doi.org/10.1016/j.apsoil.2016.08.016.
- FAO. 2013. FAO Statistical Yearbook – World Food and Agriculture. Rome : Food and Agriculture Organization of the United Nations. 289 p. ISBN 978-92-5-107396-4.
- GARCÍA-LÓPEZ, J. – LORITE, I.J. – GARCÍA-RUIZ, R. – ORDOÑEZ, R. – DOMINGUEZ, J. 2016. Yield response of sunflower to irrigation and fertilization under semi-arid conditions. In *Agricultural Water Management*, vol. 176, pp. 151–162. ISSN 0378-3774. DOI: dx.doi.org/10.1016/j.agwat.2016.05.020.
- HEIDERI, M. – KARAMI, V. 2014. Effects of different mycorrhiza species on grain yield, nutrient uptake and oil content of sunflower under water stress. In *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, vol. 13, pp. 9–13. ISSN 1658-077X. DOI: dx.doi.org/10.1016/j.jssas.2012.12.002.
- KOUTROUBAS, S.D. – VASSILIOU, G. – DAMALAS, C.A. 2014. Sunflower morphology and yield as affected by foliar applications of plant growth regulators. In *International Journal of Plant Production*, vol. 8, no. 2, pp. 215–230. ISSN 1735-6814. DOI: dx.doi.org/10.1590/S0100-83582015000100015.
- SPITZER, T. – MATUŠINSKÝ, P. – KLEMOVÁ, Z. – KAZDA, J. 2011. Management of sunflower stand height using growth regulators. In *Plant, Soil and Environment*, vol. 57, pp. 357–363. ISSN 1214-1178.
- SPOSARO, M.M. – BERRY, P.M. – STERLING, M. – HALL, A.J. – CHIMENTI, C.A. 2010. Modelling root and stem lodging in sunflower. In *Field Crops Research*, vol. 119, pp. 125–134. ISSN 0378-4290. DOI: 10.1016/j.fcr.2010.06.021.

Adresa autorov: Ing. Dávid ERNST, e-mail: dernst.dernst@gmail.com, doc. Ing. Ivan ČERNÝ, PhD., e-mail: ivan.cerny@uniag.sk, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, Katedra rastlinnej výroby, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra

EKONOMICKÁ ANALÝZA PESTOVANIA PROSA SIATEHO (*PANICUM MILIACEUM L.*)

The economic analysis of millet (*Panicum miliaceum L.*) cultivation

LADISLAV KOVÁČ¹ – JANA JAKUBOVÁ¹ – DANA KOTOROVÁ¹ – JÁN HECL¹

¹Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav agroekológie Michalovce

NAFC – Agroecology Research Institute has Experimental workplace in Milhostov, where between years 2013 and 2015 the field treatment with millet was carried out. Two soil tillage technologies, namely conventional and reduce tillage, and two fertilization variants, namely control variant and variant with soil conditioner PRP SOL, were examined. In year 2013 the highest production was ascertained at reduce tillage for variant with PRP sol conditioner and that's 992 € ha⁻¹ and gain was 507.09 € ha⁻¹. Despite of lower production per hectare the reduce tillage variant without fertilization was more gain and that's 541.62 € ha⁻¹ and profitability per hectare was 163.94 %. In year 2014 higher gain was reached for conventional tillage variants in compare with variants with reduce tillage of soil. From comparison control variant and variant with PRP SOL influenced more profitable were control variants without fertilization. The highest profit 677.32 € ha⁻¹ was reached in the control variant with conventional tillage. The total production 2015 from all variants was lower than in 2014. All variants were profitable, with higher gains on control no-fertilized variants. The lowest profit 157.41 € ha⁻¹ was determined for variant with conventional tillage and PRP SOL application. From point of view of experimental year the lowest gains were achieved in 2015. It connect with lower yield in this year and also with unfavourable course of weather factors. The no-fertilized control variants at reduce soil tillage was determined the highest profitability. The more profitable was also no-fertilized control variant compared to PRP SOL variant. Lower gains from variants with application of PRP SOL soil conditioner will be compensate in next years, when will be exert impact of this conditioner on soil environment and will effect of consecutive crops.

Key words: *economic analysis, millet, soil conditioner, soil tillage*

ÚVOD

Proso siate patrí medzi najstaršie pestované obilniny na svete. V súčasnosti je základnou potravinou pre viac ako 400 miliónov ľudí. Obsahuje polyfenoly s antioxidačným účinkom (Léder 2010). Proso je bezlepková obilnina a preto je vhodná pre výrobu potravín pre celiatikov (Janovská 2014). Z prosa je možné vyrobiť aj slad, ktorý sa využije pri varení piva pre ľudí trpiacich celiakiou (Zamkow et al. 2010; De Meo et al. 2011). Využitie prosa nadobúda na význame v súčasnom období v súvislosti s klimatickými zmenami, s častými a dlhšími periódami sucha a to z dôvodu jeho vysokej suchovzdornosti (Agdag et al. 2001; Seghatoleslami 2008).

Cieľom príspevku bolo analyzovať ekonomiku pestovania prosa siateho pri dvoch spôsoboch obrábania a výživy.

MATERIÁL A METÓDA

Samotný pokus s prosom siatym bol založený v roku 2013 v poľnom stacionárnom pokuse v Milhostove s pevným osevným postupom plodín. Pôdy sú tu ťažké fluvizeme glejové. Sú charakterizované ako ťažké, ílovito-hlinité pôdy s priemerným obsahom ílovitých častíc vyšším ako 53 %. Pokus sa založil pri dvoch úrovniach obrábania pôdy: KA – konvenčná agrotechnika, RA – redukovaná agrotechnika a dvoch úrovniach výživy: kontrola a aplikácia pôdneho kondicionéra PRP SOL. Aplikácia pôdneho kondicionéra vyplývala z potreby zlepšenia nepriaznivých pôdnych vlastností ťažkých ílovitých pôd a vytvorenia pôdneho prostredia s pozitívnym vplyvom na pôdnu úrodnosť, štruktúru pôdy, hospodárenie s vodou a zlepšenie transportu živín.

Pri konvenčnom obrábaní pôdy sa po zbere predplodiny urobila podmietka, potom stredná orba a predsejbová príprava radličkovým kypričom a sialo sa sejačkou Great Plains. Pri redukovanom variante sa po zbere predplodiny urobila podmietka radličkovým podmietačom a pred sejbou sa pôda pripravila radličkovým kypričom. V rámci obrábaní pôdy boli dva varianty hnojenia. Pri kontrolnom

variante sa neaplikovali žiadne hnojivá ani kondicionéry. Na PRP SOL variante bolo pri predsejbovej príprave aplikovaných 200 kg.ha⁻¹ kondicionéru PRP SOL. V rámci riešenia tejto problematiky sa porovnával vplyv aplikácie kondicionéra na výslednú úrodu a na pôdne charakteristiky, ale vzhľadom na to že tento príspevok je orientovaný na ekonomiku, tak sa v ňom zaoberáme len vplyvom kondicionéra na úrodu.

Na hodnotenie nákladov strojových súprav a pracovných operácií sa využili normatívy podľa Kavku (2006) a podľa Abrahama et al. (2007) prepočítané do podmienok ťažkých pôd Východoslovenskej nížiny. Celková produkcia bola vypočítaná na základe skutočne realizovanej produkcie a dohodnutej zmluvnej ceny.

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

Výpočet ekonomickej efektívnosti:

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

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

$$\text{zisk/strata [€·t}^{-1}] = \text{realizačná cena [€·t}^{-1}] - \text{náklady [€·t}^{-1}]$$

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

$$\text{výnosový prah pre nulovú rentabilitu [t·ha}^{-1}] = \text{náklady [€·ha}^{-1}] : \text{realizačná cena [€·t}^{-1}]$$

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Proso siate nedosahuje taký hospodársky význam ako pšenica a jačmeň, ale záujem o jeho pestovanie sa zvyšuje jeho využitím v potravinárstve v súvislosti so zvyšujúcim sa povedomím zdravého stravovania a využitím pri bezlepkových diétach. Kvalita proteínov prosa je vyššia ako u ozimnej pšenici (Kalinová, Moudry 2006). Pestovanie prosa, aj keď je pokladané za nenáročnú plodinu, si vyžaduje pozornosť, či to je pri jeho zakladaní (Agdag et al. 2006; Káš, Janovská 2011), alebo hnojení (Turgut et al. 2006).

V pokuse bolo proso siate zakladané pri dvoch technológiách obrábania pôdy. V rámci technológií boli dva varianty výživy. Prvý variant bol bez hnojenia a na druhý sa aplikoval pôdny kondicionér PRP SOL. Ekonomická efektívnosť jednotlivých variantov pokusu v roku 2013 je uvedená v tabuľke 1. Materiálové náklady boli vyššie na variante s aplikáciou PRP SOL, čo súvisí s nákladmi na nákup pôdneho kondicionéra. Na variante s PRP SOL boli aj vyššie náklady na mechanizované práce, ktoré majú súvis s aplikáciou kondicionéra. Pri konvenčnom obrábaní pôdy s aplikáciou PRP SOL boli celkové náklady na úrovni takmer 565 €·ha⁻¹. Pri redukovanom obrábaní pôdy s aplikáciou PRP SOL sa náklady znížili takmer o 80 €·ha⁻¹. Najnižšie náklady boli pri redukovanej agrotechnike a to vo výške 330,38 €·ha⁻¹. Aplikáciou PRP SOL sa pri konvenčnej agrotechnike zvýšili úrody len o 0,25 t·ha⁻¹ a pri redukovanej o 0,38 t·ha⁻¹.

Tabuľka 1. Náklady a ekonomika pestovania prosa v roku 2013

Ukazovateľ	Jednotka	2013			
		KA	RA	KA	RA
		kontrola		PRP	
Materiálové náklady	[€·ha ⁻¹]	81,10	102,85	225,10	246,85
Náklady na mechanizované práce	[€·ha ⁻¹]	208,23	133,74	214,56	140,07
Variabilné náklady spolu	[€·ha⁻¹]	289,33	236,59	439,66	386,92
Fixné náklady	[€·ha ⁻¹]	120,52	93,79	124,72	97,99
Celkové náklady	[€·ha⁻¹]	409,85	330,38	564,38	484,91
Úroda	[t·ha ⁻¹]	1,93	2,18	2,10	2,48
Cena za jednotku	[€·t ⁻¹]	400	400	400	400
Celková produkcia	[€·ha ⁻¹]	772	872	840	992
Výsledok hospodárenia na ha	[€·ha⁻¹]	362,15	541,62	275,62	507,09
Rentabilita na ha	[%]	88,36	163,94	48,83	104,57
Výnosový prah pre nulovú rentabilitu	[t·ha ⁻¹]	1,02	0,83	1,41	1,21

Legenda: KA – konvenčná agrotechnika, RA – redukovaná agrotechnika

Realizačná cena prosa sa v roku 2013 pohybovala na úrovni 400 €·t⁻¹. Pri tejto cene sa najvyššia produkcia dosiahla na redukovanej agrotechnike pri aplikácii PRP SOL, a to vo výške 992

€·ha⁻¹. Na tomto variante sa dosiahol zisk 507,09 €·ha⁻¹. Napriek nižšej produkcii z hektára bol ziskovejší variant s redukovanou agrotechnikou bez hnojenia a to vo výške 541,62 €·ha⁻¹. Hektárová rentabilita tohto variantu bola 163,94 %. Tento variant by bol ziskový už pri dosiahnutí úrody presahujúcej 0,83 t·ha⁻¹.

V roku 2014 sa náklady oproti roku 2013 výrazne nemenili. Realizačná cena poklesla na 350 €·ha⁻¹. V porovnaní s rokom 2013 sa dosiahli výrazne vyššie úrody presahujúce 3 t z hektára pri konvenčných obrábaniach pôdy. Z tohto dôvodu sa pri konvenčných variantoch dosiahla nielen vyššia produkcia, ale aj vyšší zisk ako na variantoch s redukovaným obrábaním pôdy. Pri porovnaní kontroly a aplikácie PRP SOL boli ziskovejšie kontrolné varianty bez hnojenia. Najvyšší zisk sa dosiahol na kontrolnom variante s konvenčnou agrotechnikou vo výške 677,32 €·ha⁻¹ a pri hektárovej rentabilite vyše 166 %.

V roku 2015 sa náklady na pestovanie prosa radikálne nemenili. V porovnaní s rokom 2014 boli úrody výrazne nižšie, a to najmä na nehnojenej kontrole. Napriek nárastu realizačnej ceny na 380 €·ha⁻¹, celková produkcia na všetkých variantoch zaostala za rokom 2014. Ziskové boli obidva varianty s vyšším ziskom na kontrolách. Najmenej ziskový bol variant s konvenčnou agrotechnikou a aplikáciou PRP SOL, a to vo výške 157,41 €·ha⁻¹ a s najnižšou hektárovou rentabilitou 27,33 %.

Tabuľka 2. Náklady a ekonomika pestovania prosa v roku 2014

Ukazovateľ	Jednotka	2014			
		KA	RA	KA	RA
		kontrola		PRP	
Materiálové náklady	[€·ha ⁻¹]	80,93	103,43	240,93	263,43
Náklady na mechanizované práce	[€·ha ⁻¹]	206,23	132,44	212,51	138,72
Variabilné náklady spolu	[€·ha⁻¹]	287,16	235,87	453,44	402,15
Fixné náklady	[€·ha ⁻¹]	120,52	93,79	124,72	97,99
Celkové náklady	[€·ha⁻¹]	407,68	329,66	578,16	500,14
Úroda	[t·ha ⁻¹]	3,1	2,2	3,2	2,19
Cena za jednotku	[€·t ⁻¹]	350	350	350	350
Celková produkcia	[€·ha ⁻¹]	1085	770	1120	766,5
Výsledok hospodárenia na ha	[€·ha⁻¹]	677,32	440,34	541,84	266,36
Rentabilita na ha	[%]	166,14	133,57	93,72	53,26
Výnosový prah pre nulovú rentabilitu	[t·ha ⁻¹]	1,16	0,94	1,65	1,43

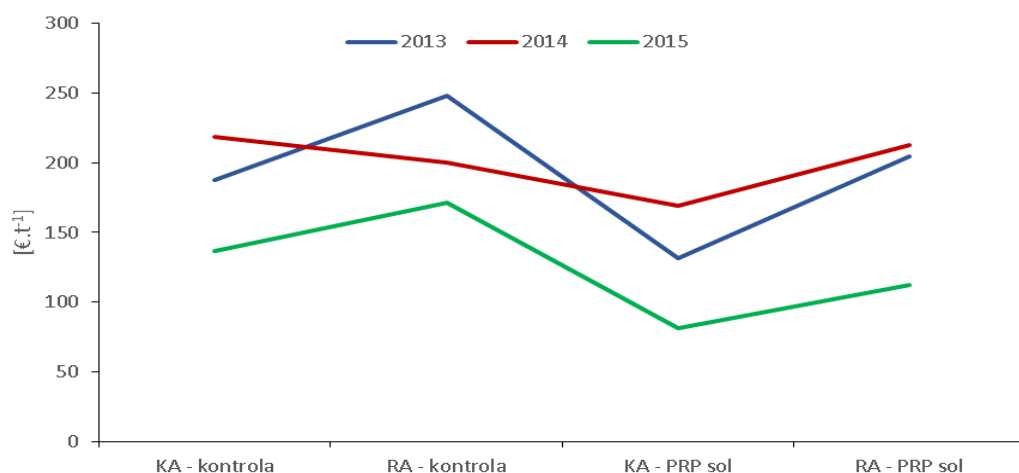
Legenda: KA – konvenčná agrotechnika, RA – redukovaná agrotechnika

Tabuľka 3. Náklady a ekonomika pestovania prosa v roku 2015

Ukazovateľ	Jednotka	2015			
		KA	RA	KA	RA
		kontrola		PRP	
Materiálové náklady	[€·ha ⁻¹]	85,55	109,85	249,55	273,85
Náklady na mechanizované práce	[€·ha ⁻¹]	195,71	125,61	201,72	131,63
Variabilné náklady spolu	[€·ha⁻¹]	281,25	235,46	451,27	405,48
Fixné náklady	[€·ha ⁻¹]	120,52	93,79	124,72	97,99
Celkové náklady	[€·ha⁻¹]	401,77	329,25	575,99	503,47
Úroda	[t·ha ⁻¹]	1,65	1,58	1,93	1,88
Cena za jednotku	[€·t ⁻¹]	380	380	380	380
Celková produkcia	[€·ha ⁻¹]	627	600,4	733,4	714,4
Výsledok hospodárenia na ha	[€·ha⁻¹]	225,23	271,15	157,41	210,93
Rentabilita na ha	[%]	56,06	82,36	27,33	41,90
Výnosový prah pre nulovú rentabilitu	[t·ha ⁻¹]	1,06	0,87	1,52	1,32

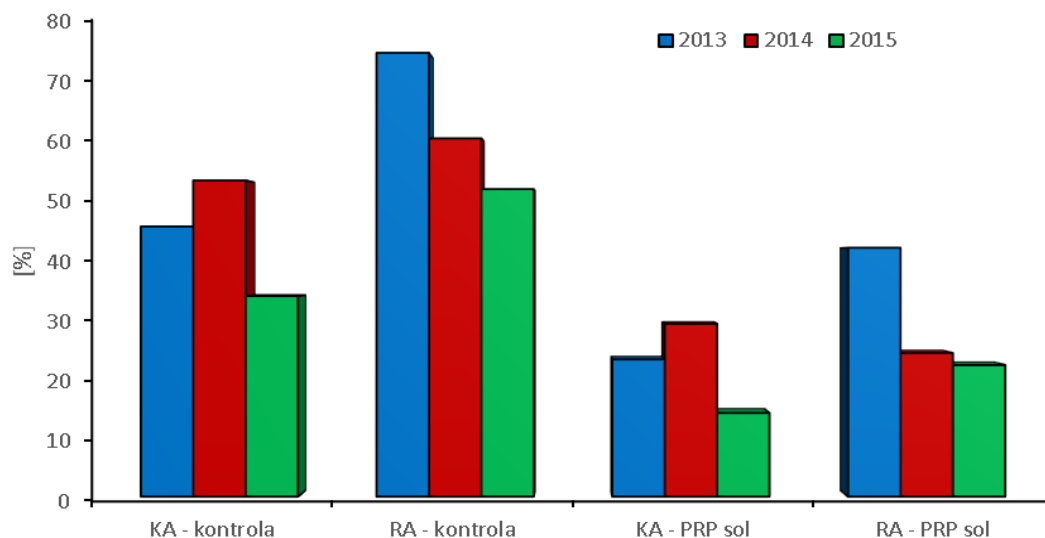
Legenda: KA – konvenčná agrotechnika, RA – redukovaná agrotechnika

Na obrázku 1 je zobrazený výsledok hospodárenia na tonu produkcie. Z obrázku je zrejmé, že najnižší zisk na tonu sa dosahoval v roku 2015 a najnižšie zisky na tonu v sledovaných rokoch boli na konvenčnom variante s aplikáciou PRP SOL.



Obrázok 1. Výsledok hospodárenia na tonu produkcie

Na obrázku 2 je vyjadrená rentabilita pestovania prosa na tonu produkcie. V sledovaných rokoch sa najvyššia rentabilita na tonu dosahovala pri redukovanom obrábaní pôdy bez aplikácie PRP SOL.



Obrázok 2. Rentabilita pestovania prosa na tonu produkcie

ZÁVER

- o V roku 2013 sa najvyššia produkcia dosiahla na redukovanej agrotechnike pri aplikácii PRP SOL, a to vo výške 992 €·ha⁻¹ pri zisku 507,09 €·ha⁻¹. Napriek nižšej produkcii z hektára bol ziskovejší variant s redukovanou agrotechnikou bez hnojenia a to vo výške 541,62 €·ha⁻¹ a hektárovou rentabilitou 163,94 %.

- V roku 2014 sa na konvenčných variantoch dosiahla nielen vyššia produkcia, ale aj vyšší zisk ako na variantoch s redukovaným obrábaním pôdy. Pri porovnaní kontroly a aplikácie PRP SOL boli ziskovejšie kontrolné varianty bez hnojenia. Najvyšší zisk sa dosiahol na kontrolnom variante s konvenčnou agrotechnikou vo výške 677,32 €·ha⁻¹.
- V roku 2015 celková produkcia na všetkých variantoch zaostala za rokom 2014. Ziskové boli všetky varianty s vyšším ziskom na nehnojených kontrolách. Najmenej ziskový bol variant s konvenčnou agrotechnikou a aplikáciou PRP SOL, a to vo výške 157,41 €·ha⁻¹.
- Najvyššia rentabilita sa dosahovala pri redukovanom obrábaní pôdy na nehnojenej kontrole, rentabilnejšie boli aj nehnojené kontroly v porovnaní s aplikáciou pôdneho kondicionéru PRP SOL.
- Z pohľadu praxe je možno odporúčať využitie pôdneho kondicionéru PRP SOL, ktorého aplikácia v danom roku zvyšuje náklady, ale účinnosť prípravku je rozložená na 2-3 roky. V pokusoch sa potvrdil ich priaznivý vplyv na pôdne vlastnosti, čo sa vzhľadom na ekonomický charakter príspevku v texte neuvádza. Vo výskume sa potvrdila aj potreba kombinovať aplikáciu pôdneho kondicionéra s minerálnym hnojením, najmä dusíkom.

LITERATÚRA

ABRHAM, Z. – KOVÁŘOVÁ, M. – KOCÁNOVÁ, V. – HEROUT, M. – SCHEUFLER, V. 2007: Technické a technologické normativy pro zemědělskou výrobu. Praha : VUZT , 2007, no. 5, 29 p. ISBN 978-86884-26-4.

AGDAG M. et al. 2006: Row spacing affects grain yield and other agronomic characters of proso millet. *Commun. Soil Sci. Plant Analysis* 32(13 & 14):2021– 2032.

DE MEO B. et al. 2011: Behaviour of Malted Cereals and PseudoCereals for Gluten-Free Beer Production. *J. Inst. Brew.* 117(4), 541–546, 2011.

JANOVSKÁ D. 2014: Pohanka, proso a amarant – původní i nové alternativy pro bezlepkovou dietu. In: *Genetické zdroje rostlin a zdravá výživa*. Ministerstvo zemědělství. Praha, 2014, str. 47-49. ISBN 978-80-7434-174-8

KALINOVÁ J. – MOUDRY J. 2006: Content and quality of protein in proso millet (*Panicum miliaceum* L.) varieties. *Plant Foods Hum Nutr.* 2006 Mar; 61 (1): 45-9.

KÁŠ, M. – JANOVSKÁ, D. 2011: Vliv ročníku a způsobu pěstování na vybrané charakteristiky prosa setého a pohanky tatarské. *Úroda*, roč. 59, 2011, č. 10, s. 226 – 230.

KAVKA, M. 2006: Normativy zemědělských výrobních technologií. Praha : ÚZPI, 2006. 376 s. ISBN 80-7271-164-4

LÉDER, F. 2010: Az alternatív növények élelmezési jelentősége. In: *Az alternatív növények szerepe az Észak-alföldi Régióban* (Szerk.: Gondola, I.), DE AGTC KIT Kutatóintézet, Nyíregyháza, pp. 107-130., ISBN 978-963-473-386-7

POLÁČKOVÁ, J. – BOUDNÝ, J. – JANOTOVÁ, B. – NOVÁK, J. 2010: Metodika kalkulací nákladů a výnosů v zemědělství. Praha : ÚZEI , 2010, 58 p. ISBN 978-80-86671-75-8.

SEGHATOLESLAMI, M. J. et al. 2008: Effect of drought stress at different growth stages on yield and water use efficiency of five proso millet (*panicum miliaceum* l.) Genotypes. *Pak. J. Bot.*, 40(4): 1427-1432, 2008.

TURGUT, I. et al. 2006: Effect of Seeding Rate and Nitrogen Fertilization on Proso Millet Under Dryland and Irrigated Conditions. *Journal of Plant Nutrition*, Vol. 29, Iss. 12, 2119-2129, 2006.

ZARNKOW M. et al. 2010: Optimisation of the Mashing Procedure for 100% Malted Proso Millet (*Panicum miliaceum* L.) as a Raw Material for Gluten-free Beverages and Beers. *J. Inst. Brew.* 116(2), 141–150, 2010

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

ELEKTRICKÉ VLASTNOSTI POHÁNKY

Electric properties of buckweat

JÁN NOVÁK

Slovenská Poľnohospodárska Univerzita v Nitre

This work contains the results of measuring the electrical properties of buckwheat grains set. The aim of this work was to perform the measurements of conductivity, dielectric constant and loss tangent on samples of buckwheat grains, the electrical properties of which had not been sufficiently measured. Measurements were performed under variable moisture content and the frequency of electric field in the range from 1 MHz to 16 MHz, using Q meter with coaxial probe. It was concluded that conductivity, dielectric constant and loss tangent increased with increase of moisture content, and dielectric constant and loss tangent decreased as the frequency of electric field increased.

Key words: *complex electrical permittivity, dielectric constant, conductivity, buckwheat*

ÚVOD

Záujem o elektrické vlastnosti biologických materiálov v posledných rokoch viedol k rozvoju inžinierskeho výskumu v oblasti poľnohospodárstva. Poznatky o fyzikálnych vlastnostiach poľnohospodárskych produktov sú nevyhnutné pri konštrukcii akéhokoľvek poľnohospodárskeho stroja. Elektrické merania týchto materiálov majú zásadný význam vo vzťahu k analýze množstva absorbovanej vody a pri aplikácii dielektrického ohrevu. Výsledky meraní sa používajú na stanovenie obsahu vlhkosti, zisťovanie hladiny kvapaliny a zrnitých materiálov, na kontrolu prítomnosti škodcov v skladovanom obilí, pre kvantitatívne stanovenie mechanického poškodenia, a v mnohých iných prípadoch (Hlaváčová, 1999). Rozsiahly prehľad literatúry o dielektrických vlastnostiach poľnohospodárskych materiálov bol uverejnený v práci Nelsona (2007), ktorý obsahuje mnoho potenciálnych aplikácií dielektrických vlastností týchto materiálov. Dielektrické vlastnosti zrn a semien boli preskúvané v určitých frekvenčných rozsahoch, pri ktorých sú tieto vlastnosti dôležité pre dielektrické ohrievacie aplikácie alebo pri meraniach vlhkosti (You, Nelson, 1988). Dielektrické vlastnosti väčšiny biologických materiálov závisia od frekvencie a teploty. Niektoré aspekty charakteru frekvenčná závislosť dielektrických vlastností, ktoré boli zahrnuté do zverejnenej recenzie (Nelson at al., 2007) Boli preskúvané frekvenčné závislosti dielektrických vlastností hmyzu a zrn v rozsahu od 250 Hz do 12 GHz (Nelson at al., 2007). V tejto štúdii bol rozsah frekvencií od 10 MHz do 100 MHz identifikovaný ako najslubnejší frekvenčný rozsah pre selektívny ohrev ryže v pšenici cez diferenciálu absorpciu energie zo striedavého elektrického poľa. Pre ucelenejší obraz je potrebné získať údaje o dielektrických vlastnostiach v závislosti od teploty. Nedávne pokroky v aplikácii mikrovlnného ohrevu viedli k potrebe informácií o dielektrických vlastnostiach materiálov pri mikrovlnných frekvenciách. Sú k dispozícii údaje o dielektrických vlastnostiach zrn a semien pri nižších frekvenciách (Nelson at al., 2007; Nelson, 1991; You, Nelson, 1988; Lawrence at al., 1990), ale je nedostatok informácií o týchto vlastnostiach pri mikrovlnných frekvenciách.

MATERIÁL A METÓDY

Každý materiál ovplyvňuje elektrické pole, ktoré naň pôsobí. Vzťah medzi parametrami elektrického poľa a materiálom je popísaný prostredníctvom permitivity ε a permeability μ tohoto materiálu. Permitivita je komplexná veličina:

$$\varepsilon^* = \varepsilon' - j\varepsilon'' \quad (1)$$

Reálna časť komplexnej permitivity ε^* je permitivita dielektrika ε' . Koeficient imaginárnej časti ε'' charakterizuje straty v dielektriku. Dielektrické vlastnosti materiálu sú popísané komplexnou relatívnou permitivitou:

$$\varepsilon_r^* = \frac{\varepsilon^*}{\varepsilon_0} = \frac{\varepsilon'}{\varepsilon_0} - j \frac{\varepsilon''}{\varepsilon_0} = \varepsilon_r' - j \varepsilon_r'' = \varepsilon_r' (1 - tg \delta) \quad (2)$$

kde:

$$tg \delta = \frac{\varepsilon_r''}{\varepsilon_r'} = \frac{\varepsilon''}{\varepsilon'} = \frac{\sigma}{\omega \varepsilon'} \quad (3)$$

je stratový činiteľ stratového uhla δ . ε_0 je permitivita vákua ($8.85 \cdot 10^{-12}$ F.m⁻¹). Na merania dielektrických vlastností súboru zŕn sme použili rezonančnú metódu. Kapacitu meracieho kondenzátora sme merali Q-metrom TESLA MB 560. Merania sme realizovali vo frekvenčnom rozsahu od 1 MHz do 16 MHz. Relatívna permitivita bola vypočítaná pomocou nasledujúcich vzťahov:

$$\varepsilon_r = \frac{C - C_x}{C_0} \quad (4)$$

$$C = C_1 - C_2 \quad (5)$$

kde:

C – je kapacita meracieho kondenzátora so vzorkou

C₀ – je kapacita prázdneho meracieho kondenzátora

C_x – je kapacita spojovacích vodičov

C₁ – je kapacita ladiaceho kondenzátora pri rezonancii

C₂ – je kapacita ladiaceho kondenzátora pri rezonancii s pripojeným meracím kondenzátorom

Odpor R meracieho kondenzátora bol zmeraný multimetrom MASTER M830BUZ. Konduktivita vzorky σ bola vypočítaná nasledovným vzťahom:

$$\sigma = \frac{\ln \frac{r_1}{r_2}}{2\pi l R} \quad (6)$$

kde:

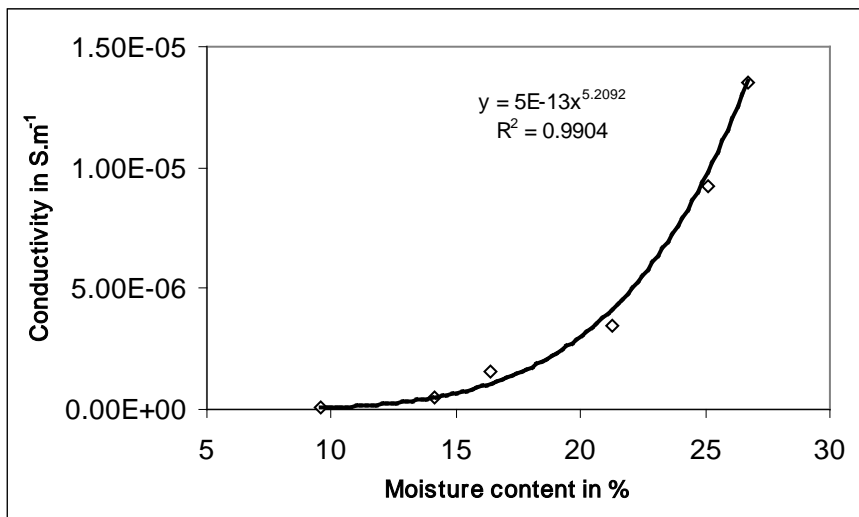
r₁ – je polomer vonkajšej elektródy

r₂ – je polomer vnútornej elektródy

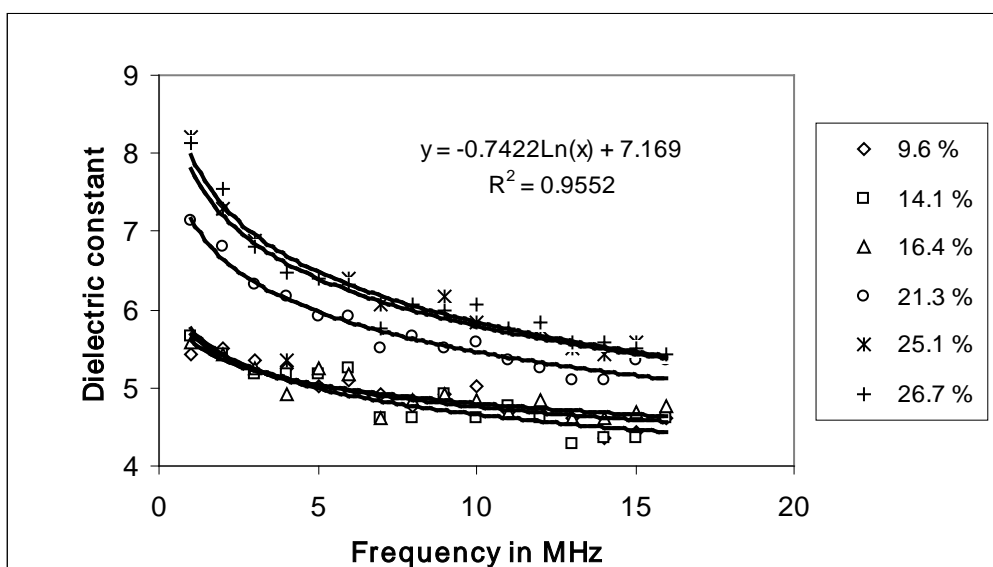
l – je dĺžka kondenzátora

VÝSLEDKY A DISKUSIA

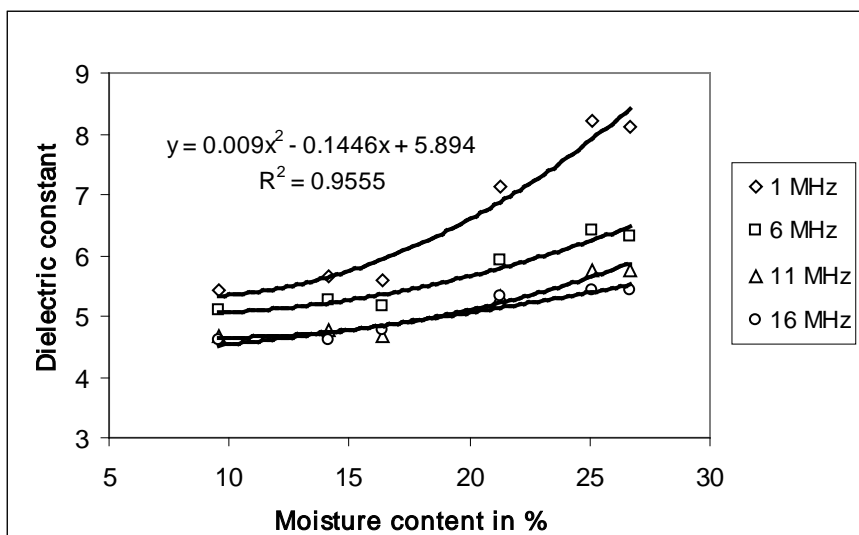
Závislosti konduktivity a relatívnej permitivity od vlhkosti vzoriek sú zobrazené na obrázkoch 1 a 3. Závislosť relatívnej permitivity od frekvencie elektrického poľa je zobrazená na obrázku 2. Na základe vyhodnotenia nameraných hodnôt môžeme konštatovať, že relatívna permitivita klesá pri narastaní frekvencie použitého elektrického poľa v rozsahu od 1 MHz do 16 MHz. Uvedenú závislosť interpretujeme tak, že molekuly vody v zrnách majú konštantný dipólový moment. V elektrickom poli nastane orientačná polarizácia a tento typ polarizácie je značne frekvenčne závislý. Pri vyšších frekvenciách molekulové dipóly už nestačia sledovať zmenu polarity elektrického poľa. Hodnoty relatívnej permitivity narastajú so zvyšujúcou sa vlhkosťou vzoriek. Je to dôsledok vysokej hodnoty relatívnej permitivity vody v porovnaní s ostatnými zložkami zŕn. Hodnoty konduktivity narastajú so zvyšujúcou sa vlhkosťou vzoriek. Tento jav je spôsobený tým, že s narastajúcim obsahom vody vo vzorkách sa zlepšujú podmienky pre elektrolytický prenos náboja prostredníctvom disociovaných iónov vo vlhkom nehomogénnom prostredí.



Obrázok 1. Závislosť konduktivity súboru zrn pohánky od podielu vlhkosti vzoriek



Obrázok 2. Závislosti relatívnej permitivity od frekvencie elektrického poľa pre vzorky zrn pohánky s rôznym podielom vlhkosti



Obrázok 3. Závislosti relatívnej permitivity od podielu vlhkosti vzoriek zŕn pohánky merané pri rôznych frekvenciách elektrického poľa

ZÁVER

Z výsledkov meraní možno vysloviť záver, že konduktivita a relatívna permitivita zŕn pohánky rastie s nárastom podielu vlhkosti vzoriek, a že relatívna permitivita zŕn pohánky klesá s rastom frekvencie pôsobiaceho elektrického poľa. Podobné výsledky pre iné biologické materiály boli prezentované aj inými autormi (Bansal et al., 2016; Nelson et al., 2007; Nelson, 1999; You, Nelson, 1988; Lawrence et al., 1990). Zistené závislosti elektrických vlastností majú potenciálne využitie pri určovaní vlhkosti materiálu, aplikácii dielektrického ohrevu, na kontrolu prítomnosti škodcov v skladovanom obilí a ďalších technických aplikáciách. Výsledky meraní naznačujú, že najvhodnejšie frekvencie elektrického poľa pre aplikáciu dielektrického ohrevu zŕn pohánky ležia nad 10 MHz. Závislosti relatívnej permitivity zŕn pohánky od podielu vlhkosti sú použiteľné pri konštrukcii komerčných vlhkomerov pre tento materiál. V budúcom výskume by bolo vhodné doplniť výsledky meraní ďalšími meraniami na širšom frekvenčnom rozsahu.

LITERATÚRA

- BANSAL, N. - DHALIWAL, A.S. – KULDIP,S.M. 2016. Dielectric characterization of rapeseed (*Brassica napus* L.) from 10 to 3000 MHz. In: *Biosystems engineering*, vol.143, pp. 1-8.
- HLAVÁČOVÁ, Z. 1999. Niektoré elektrické vlastnosti semien laskavca. In: *Zemědělská technika*, 45,3, s.99-104.
- LAWRENCE, K.C. - NELSON, S.O. - KRASZEWSKI, A. 1990. Temperature dependence of dielectric properties of wheat. In: *Transactions of the ASAE*, vol. 33, no. 2, pp. 535-540.
- NELSON, S.O. 1991. Correlating dielectric properties of solid and particulate sample through mixture relationship. In: *Transactions of the ASAE*, vol. 35, no.2, pp. 625-629.
- NELSON, S.O. 1999. Dielectric properties measurement techniques and applications. In: *Transactions of the ASAE*, vol. 42, no.2, pp. 523-529.
- NELSON, S.O., GUO, W., TRABELSI, S., KAYS,S.J. 2007. Dielectric spectroscopy of watermelons for sensing quality. In: *Measurement Science and Technology*, vol. 18, pp. 1887-1892.
- YOU, T.S. - NELSON, S.O. 1988. Microwave dielectric properties of rice kernels. In: *Microwave Power and Electromagnetic Energy*, vol. 23, no.3, pp. 150-159.

Adresa autora: Mgr. Ján Novák, PhD., Katedra Fyziky, Technická Fakulta, Slovenská Poľnohospodárska Univerzita v Nitre, Tr. Andreja Hlinku 2, 949 76 Nitra, phone: +421 37 641 4749, e-mail: jan.novak1@uniag.sk

MECHANICKÉ PARAMETRE KVALITY JABLKOVÉHO PLETIVA Mechanical parameters of apple tissue quality

LUBOMÍR KUBÍK

Katedra fyziky, Technická fakulta, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

*The paper dealt with the effects of the compression at statical compressive loading in lateral direction on the apple hemispheres to determine the behaviour of the apple tissue. The cultivar Golden Delicious (*Malus domestica* L.) fruit was tested. Mechanical properties such as rupture force and deformation as well as modulus of elasticity can be used to evaluate the behavior of the fruits mechanically under the static loading. Apparent moduli of elasticity were determined on the base of elastic Hook theory and Hertz theory. A testing machine Andilog Stentor 1000 (Andilog Technologies, Vitrolles, France) was employed for compression tests. The behavior of the hemisphere of fruit was studied between two parallel plates and the indentation with the flat – faced cylindrical indenter of diameter 8 mm.*

Key words: *apple tissue, mechanical parameter, quality*

ÚVOD

Poznatky o mechanických vlastnostiach jablkových plodov sú často vyžadované pre zlepšenie riadenia celého produkčného procesu. Spracovanie jablkového tkaniva sa v mnohých prípadoch realizuje lisovaním. Materiálové vlastnosti jablkového tkaniva predstavujú veľmi dôležitú informáciu v materiálovej vede. Textúra jablkového tkaniva je dôležitá pre dosiahnutie chuťových kvalít ovocia (Khan and Vicent, 1993). Pevnosť tkaniva je kľúčový parameter kvality, pretože má priamy vzťah ku zrelosti ovocia a často je aj veľmi dobrým indikátorom skladovacieho potenciálu (De Ketelaere et al., 2006). Vozary and Meszaros (2007) študovali valčeky 15 mm dlhé s priemerom 20 mm vyrezané z celého jablka odrody Idared v radiálnom smere. Reálna časť impedancie sa znižovala so zvyšujúcou sa deformáciou a mechanickým napätím a imaginárna časť impedancie sa zvyšovala so zvyšujúcim sa napätím a deformáciou. Extenzívny test ukázal, že ak študujeme počiatočné časti kriviek sila – deformácia pre mäkké biologické tkanivá, tak počiatočné časti kriviek sú zvyčajne konkávne vzhľadom na súradnicovú os, čo je presne opačný jav, aký pozorujeme u silovo – deformačných kriviek polymérových materiálov, ktoré sú zvyčajne konvexné vzhľadom k osiam sily (Mohsenin, 1986).

Práca sa zaoberá kompresiou jablkových hemisfér pri konštantnej záťažovej rýchlosti. Boli použité dve metódy kompresie: stláčanie medzi dvomi paralelnými platňami a deformácia pomocou valcového indentera s plochým koncom, priemeru 8 mm. Boli realizované zaťažovacie krivky sila – kompresia a napätie – deformácia. Porovnané boli vzorky pri konštantnej rýchlosti zaťaženia. Boli stanovené moduly pružnosti tkaniva pri konštantnej rýchlosti zaťaženia pomocou Hookovej teórie elasticity. Taktiež boli stanovené moduly pružnosti tkaniva pomocou Hertzovej teórie. Moduly pružnosti predstavujú dôležité parametre pre hodnotenie kvality tkaniva. Testy boli realizované pre jeden stav zrelosti plodov.

MATERIÁL A METÓDY

Boli testované jablkové plody kultivaru Golden Delicious (*Malus domestica* L.). Jablká boli získané v konvenčnom obchode a skladované jeden deň v chladničke pri teplote 4°C a vlhkosti vzduchu 40 – 60 %. Bolo vybraných desať jabĺk a boli použité na testovanie. Každé jablko bolo rozkrojené na dve polovice. Každý test bol realizovaný na jednej takejto polovici, ktorá mala tvar polelipsoidu.

Ako prvá metóda bola na testovanie použitá kvázi statická tlaková záťaž v priečnom smere t. j. kompresia medzi dvoma paralelnými platňami (Obrázok 1). Na kompresné testy bol použitý testovací stroj Andilog Stentor 1000 (Andilog Technologies, Vitrolles, France). Experimenty boli realizované pri zaťažovacej rýchlosti 10 mm.min⁻¹. Sila F (N) a kompresia D_c (m) boli zaznamenávané pomocou

softvéru RSIC ver. 4.06. Potom boli vytvorené záťažové krivky sily od kompresie a napätia od deformácie.



Obrázok 1. Priečne zaťaženie hemisféry jablka
Kompresia medzi dvoma paralelnými platňami

Ako druhá metóda bola použitá metóda penetrácie jablkovej hemisféry pomocou valcového indentera priemeru 8 mm s plochým koncom (Obrázok 2). Tiež boli vytvorené záťažové krivky sily od kompresie a napätia od deformácie. Okrem toho bolo možné pri druhej metóde stanoviť aj bod poškodenia resp. medzi pevnosti tkaniva šupky a mezokarpu. Pre obe metódy boli stanovené moduly pružnosti jablkového tkaniva na základe elastickej teórie s využitím Hookovho zákona, ako tzv. diferenciálne moduly elasticity určené ako smernice lineárnych oblastí kriviek napätie – deformácia pomocou metódy regresie.



Obrázok 2. Priečne zaťaženie hemisféry jablka
Kompresia po použití valcového indentera priemeru 8 mm s plochým koncom

Moduly pružnosti boli stanovené aj na základe Hertzovej kontaktnej teórie pevných telies ako zdanlivé moduly pružnosti, a to pre kompresiu jablkovej hemisféry medzi dvoma paralelnými platňami pomocou rovnice (ASAE, 2004):

$$E_a = \frac{0.338 K^{\frac{3}{2}} F (1 - \mu^2)}{D_c^{\frac{3}{2}}} \left[\left(\frac{1}{R_U} + \frac{1}{R'_U} \right)^{\frac{1}{2}} \right] \quad (1)$$

kde: E_a je zdanlivý modul pružnosti, Pa,
 D_c je kompresia, m,
 μ reprezentuje Poissonov pomer, - ,
 F je sila, N,
 R_U, R'_U sú minimálne a maximálne polomery krivosti konvexného povrchu vzorky v kontaktnom bode s hornou platňou, m,
 K je konštanta určená na základe kontaktného uhla.

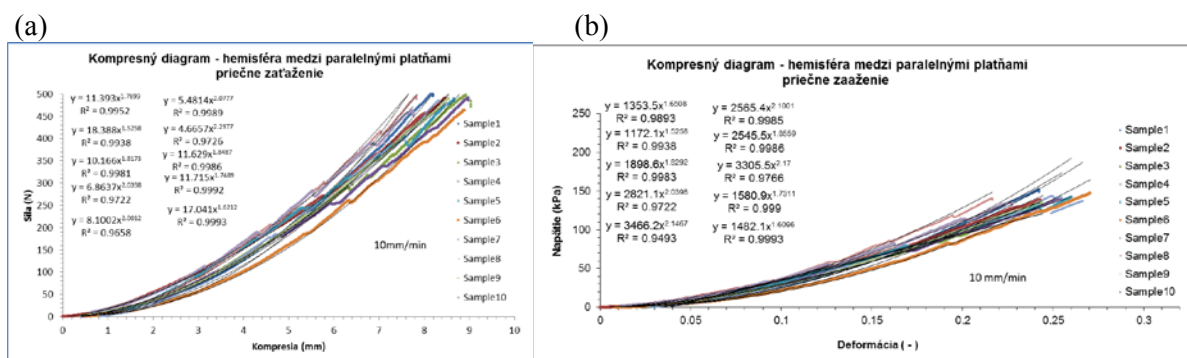
Zdanlivé moduly pružnosti pre penetráciu jablkovej hemisféry valcovým indenterom priemeru 8 mm s plochým koncom boli stanovené pomocou rovnice (ASAE, 2004):

$$E_a = \frac{0.338 K^{\frac{3}{2}} F (1 - \mu^2)}{D_c^{\frac{3}{2}}} \left[\left(\frac{1}{R_U} + \frac{1}{R'_U} + \frac{4}{d} \right)^{\frac{1}{2}} \right] \quad (2)$$

kde: E_a je zdanlivý modul pružnosti, Pa,
 D_c je kompresia, m,
 μ reprezentuje Poissonov pomer, -,
 F je sila, N,
 R_U, R'_U sú minimálne a maximálne polomery krivosti konvexného povrchu vzorky v kontaktnom bode s hornou platňou, m,
 K je konštanta určená na základe kontaktného uhla, -,
 d je priemer krivosti indentera, m.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

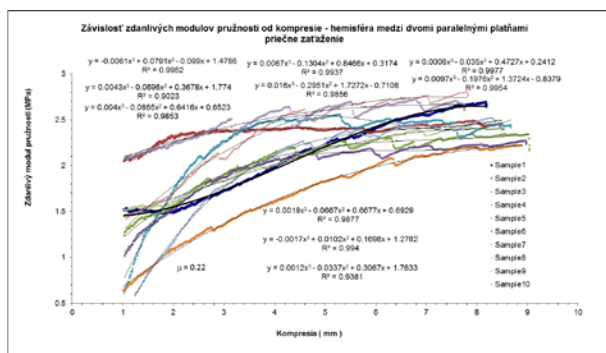
Kompresné diagramy vzoriek jabĺk v tvare hemisfér stlačené v priečnom smere medzi dvoma paralelnými platňami sú zobrazené na obrázku 3. Kompresné krivky sila – kompresia (Obrázok 3a) a napätie – deformácia (Obrázok 3b) pre hemisféry jabĺk odrody Golden Delicious reprezentujú nelineárne viskoelastické správanie sa tkaniva, pretože priemerná hodnota koeficienta z regresných mocninových funkcií, ktorými boli aproximované záťažové krivky sila – kompresia (Obrázok 3a) dosahovala hodnotu 1,875 a pre krivky napätie – deformácia (Obrázok 3b) hodnotu 1,866. Elastická teória však predpokladá hodnotu koeficienta mocnovej funkcie 1 a Hertzova teória hodnotu 1,5. Hodnota blížiac sa k číslu 2 predstavuje parabolickú, to znamená nelineárnu závislosť deformácie jablkového tkaniva.



Obrázok 3. Kompresné deformačné krivky sila – kompresia (a) a napätie – deformácia (b) jablkových plodov Golden Delicious pri priečnom zaťažení medzi dvoma paralelnými platňami – nelineárne viskoelastické charakteristiky

Mechanické správanie sa nelineárnych kriviek môžeme popísať aj lineárnou metódou, keď stanovíme diferenciálny modul pružnosti v každom bode závislosti. Priemerná hodnota diferenciálneho modulu pružnosti získaná z lineárnych častí kriviek napätie – deformácia na obrázku 3b pomocou lineárnej regresie pre deformácie v rozsahu od 0,1 do 0,3 bola $E = 785,536 \pm 73,597$ kPa. Priemerná hodnota diferenciálneho modulu pružnosti v počiatočnej časti kriviek napätie – deformácia v rozsahu deformácií od 0,04 do 0,12 dosahovala hodnotu $E = 485,845 \pm 67,591$ kPa.

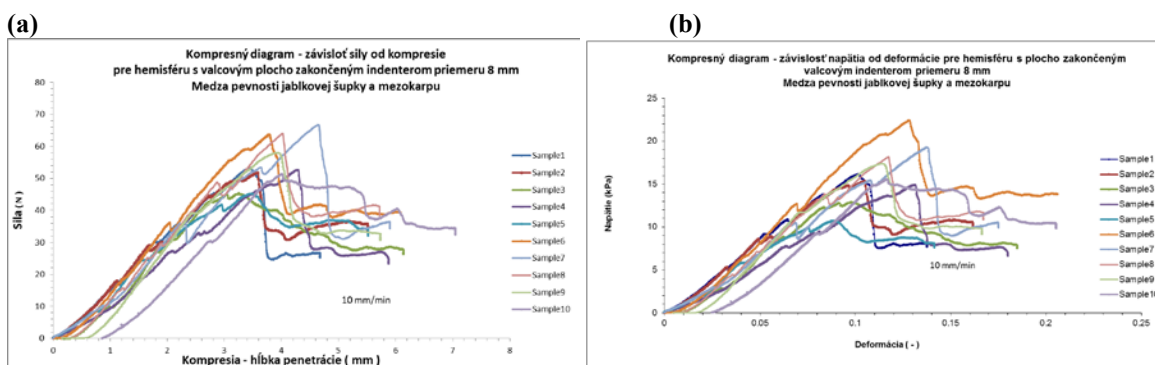
Zdanlivé moduly pružnosti pre kompresiu medzi dvoma platňami boli stanovené z rovnice (1). Poissonova konštanta bola stanovená na hodnotu 0,22 (ASAE, 2004) a konštanta K bola určená na základe kontaktného uhla medzi platňou a hemisférou s hodnotou 1,349. Zdanlivé moduly pružnosti sú závislé od kompresie D_c (mm). Závislosti zdanlivých modulov pružnosti od kompresie sú ukázané na obrázku 4. V rozsahu kompresí hemisfér vzoriek jabĺk od 1 mm do 9 mm boli experimentálne hodnoty zdanlivých modulov pružnosti v rozsahu od 500 kPa do 2800 kPa.



Obrázok 4. Závislosť zdanlivých modulov elasticity od kompresie pre hemisféru jablkových plodov Golden Delicious pri priečnom zaťažení medzi dvoma paralelnými platňami, zaťažovací rýchlosť $10 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$ – Hertzova teória

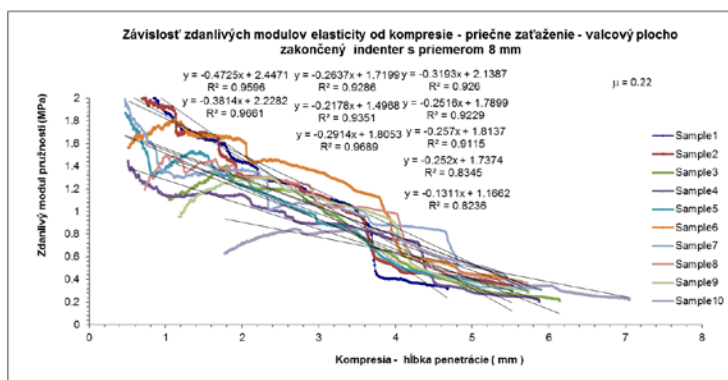
Metóda penetrácie jablkovej hemisféry pomocou valcového indentera priemeru 8 mm s plochým koncom umožnila meranie mechanických vlastností šupky jablka aj mezokarpu. Závislosti sila – kompresia a napätie – deformácia sú prezentované na obrázku 5a a obrázku 5b. Medza pevnosti (bod poškodenia) jablkovej šupky a mezokarpu predstavujúca maximálnu silu resp. napätie, kedy je šupka s mezokarpom preniknutá indenterom, predstavuje základnú mechanickú charakteristiku biologického tkaniva. Priemerná hodnota maximálnej sily v okamihu poškodenia (maximum kriviek na obrázku 5a) dosahovala hodnotu $F_R = 55,251 \pm 8,152 \text{ N}$ pri hodnote maximálnej kompresie (prieniku indentera) $D_R = 3,942 \pm 0,475 \text{ mm}$. Priemerná hodnota maximálneho napätia v okamihu poškodenia (maximum kriviek na obrázku 5b) dosahovala hodnotu $\sigma_R = 16,177 \pm 3,297 \text{ kPa}$ pri maximálnej deformácii $\varepsilon_R = 0,113 \pm 0,016$. Moduly pružnosti boli opäť stanovené na základe elastickej teórie pomocou Hookovho zákona z lineárnych častí kompresných kriviek pre rozsah kompresii od 0 do 2,4 mm (Obrázok 5a), čo zodpovedalo rozsahu deformácií od 0,01 do 0,06 na obrázku 5b. Priemerná hodnota modulu pružnosti v tejto oblasti dosahovala hodnotu $E = 170,168 \pm 24,273 \text{ kPa}$.

Zdanlivé moduly pružnosti pre penetráciu indenterom s plochým koncom, priemeru 8 mm boli stanovené z rovnice (2). Poissonova konštanta bola opäť nastavená na hodnotu 0,22 (ASAE, 2004). Konštanta K mala opäť hodnotu 1,349 pretože krivosť hemisfér bola rovnaká ako pri kompresii medzi platňami. Zdanlivé moduly pružnosti závisia od kompresie (prieniku indentera). Závislosti zdanlivých modulov pružnosti od kompresie sú ukázané na obrázku 6. V oblasti kompresie od 1 mm do 7 mm experimentálne hodnoty zdanlivého modulu pružnosti nadobúdali hodnoty v rozsahu od 200 kPa do 2000 kPa.



Obrázok 5. Kompresné deformačné krivky sila – kompresia (a) a napätie – deformácia (b) jablkovej šupky a mezokarpu hemisféry jablka Golden Delicious po použití valcového indentera priemeru 8 mm s plochým koncom pri priečnom zaťažení a medza pevnosti jablkovej šupky a mezokarpu

Kompresné vlastnosti jablkového tkaniva študovali viacerí autori. Cen et al. (2013) sa zaujímali o meranie napätovo – deformačných kriviek jablka odrody Golden Delicious, ktoré merali pre päť časových úsekov skladovania a dosiahli hodnoty napätí od 0,2 MPa to 0,45 MPa pri deformáciách od 10% do 15%. Arnold a Mohsenin (1971) študovali jablká kultivaru Yellow Delicious. Získali hodnoty modulov pružnosti $E = 3030 \text{ kPa}$ a $E = 4200 \text{ kPa}$ pri kompresnej rýchlosti $v = 2,54 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$.



Obrázok 6. Závislosť zdanlivých modulov elasticity od kompresie pre hemisféry jablkových plodov Golden Delicious pri priečnom zaťažení po použití valcového indentora priemeru 8 mm s plochým koncom, zaťažovacia rýchlosť $10 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$ – Hertzova teória

Costa et al. (2011) merali 86 jablkových kultivarov pri kompresných rýchlostiach $v = 100 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$ a $300 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$ a dosiahli hodnoty modulov pružnosti od 1000 kPa do 2 000 kPa. Shirvani et al. (2014) študovali jablká kultivaru Golden Delicious a na základe Boussinesqovej teórie určili modul elasticity $E = 1530 \text{ kPa}$, na základe Hertzovej teórie dosiahli tú istú hodnotu modulu $E = 1530 \text{ kPa}$ a na základe Hookovej teórie stanovili modul pružnosti $E = 2680 \text{ kPa}$. Winisdorffer et al. (2015) študovali päť kultivarov jabĺk a dosiahli hodnoty modulov pružnosti tkaniva od 1000 kPa do 4500 kPa. Alamar et al. (2008) študovali kultivary jabĺk Braeburn a Jonagored a dosiahli z prvej časti napätovo – deformačnej krivky hodnoty modulov pružnosti v rozsahu od 350 kPa do 420 kPa.

ZÁVER

Hodnoty modulov pružnosti jablkových hemisfér, ktoré boli stanovené na základe Hookovej teórie pružnosti neboli konzistentné s hodnotami modulov pružnosti stanovenými na základe Hertzovej teórie. Výsledky stanovené na základe Hookovej teórie sú však konzistentné s meraniami a výsledkami autorov Alamar et al. (2008).

Zdanlivé moduly pružnosti stanovené na základe Hertzovej teórie pre priečne zaťaženie jablkových hemisfér medzi dvoma paralelnými platňami však boli konzistentné s hodnotami modulov pružnosti stanovenými pomocou valcového indentora s plochým koncom.

Hodnoty zdanlivých modulov pružnosti závisia od kompresie, pri ktorej boli počítané. Z toho vyplýva, že niektoré predpoklady Hertzovej teórie nie sú úplne uspokojivé. Jablká nie sú ideálne pružné telesá.

Zistené moduly pružnosti, z hľadiska materiálového inžinierstva, reprezentujú základné mechanické parametre jablkového pletiva. Moderné výpočtové a modelovacie metódy materiálového inžinierstva (napr. metóda konečných prvkov), ktoré sa využívajú ako virtuálne experimenty mechanického namáhania telies, potrebujú ako nevyhnutné vstupy práve takéto materiálové parametre. Šľachtenie nových odrôd a vývoj nástrojov na zber a spracovanie plodov taktiež vyžaduje aj znalosť týchto materiálových konštánt. Praktické využitie majú najmä pri hodnotení mechanického poškodenia plodov pri zbere a skladovaní. Praktický význam majú tieto parametre aj pri spracovaní plodov, najmä pri lisovaní. Zatláčanie indentora do plodu predstavuje testovanie umožňujúce zistiť tvrdosť plodu.

Podakovanie: Výsledky výskumu boli dosiahnuté s podporou Európskej únie v projekte č. 26220220180: Vybudovanie výskumného centra „AgroBioTech“. Autor vyjadruje poďakovanie Vedeckej grantovej agentúre MŠ SR a SAV, v rámci ktorej bol výskum realizovaný v projekte Fyzikálne vlastnosti biomateriálov a aplikácia fyzikálnych metód pri hodnotení špecifických indikátorov kvality poľnohospodárskych materiálov č. 1/085400/14.

LITERATÚRA

- ALAMAR, M. C., VANSTREELS, E. OEY, M. L., MOLTÓ, E. & NICOLAÏ, B. M. 2008: Micromechanical behaviour of apple tissue in tensile and compression tests: Storage conditions and cultivar effect. In: *Journal of Food Engineering*, 86, s. 324 – 333.
- ARNOLD, P. C & MOHSENIN, N. N. 1971: Proposed techniques for axial compression tests on intact agricultural products of convex shape. In: *Transaction of the ASAE*, 14, s. 78 – 83.

- ASAE. 2004: Standard S368.4: Compression Test of Food Materials of Convex Shape. American Society of Agricultural Engineering, 2950, Niles Road. ST. Joseph, MI, USA.
- CEN, H., LU, R., MENDOZA, F. & BEAUDRY, R. M. 2013: Relationship of the optical absorption and scattering properties with mechanical and structural properties of apple tissue. In: *Postharvest Biology and Technology*, 85, s. 30 – 38.
- COSTA, F., CAPPELLIN, L., FONTANARI, M., LONGHI, S., GUERRA, W., MAGNAGO, P., GASPERI, F. & BIASIOLI, F. 2012: Texture dynamics during postharvest cold storage ripening in apple (*Malus domestica* Borkh). In: *Postharvest Biol. Technol.*, 69, s. 54 – 63.
- DE KETELAERE, B., HOWARTH, M. S., CREZEE, L., LAMMERTYN, J., VIAENE, K., BULENS, I. & DE BAERDEMAEKER, J. 2006: Postharvest firmness changes as measured by acoustic and low-mass impact devices: a comparison of techniques. In: *Postharvest Biol. Technol.*, 41, s. 275 – 284.
- KHAN, A. A. & VINCENT, V. F. 1993: Anisotropy in the fracture properties of apple flesh as investigated by crack-opening tests. In: *Journal of Material Sciences*, 28, s. 45 – 51.
- MOHSENIN, N. N. 1986: *Physical properties of plant and animal materials*. New York: Gordon and Breach Science Publishers, 841 s.
- SHIRVANI, M., GHANBARIAN, D. & GHASEMI – VARNAMKHAISTI, M. 2014: Measurement and evaluation of the apparent modulus of elasticity of apple based on Hooke's, Hertz's and Boussinesq's theories. In: *Measurement*, 54, s. 133 – 139.
- VOZARY, E. & MESZAROS, P. 2007: Effect of mechanical stress on apple impedance parameters. 13th international conference on electrical bioimpedance and the 8th conference on electrical impedance tomography IFMBE Proceedings. Aug. 29 – Sep 02, 2007, Graz, Austria, 17, s. 118 – 121.
- WINISDORFFER, G., MUSSE, M., QUELLEC, S., BARBACCI, A., LE GALL, S., MARIETTE, F. & LAHAYE, M. 2015: Analysis of the dynamic mechanical properties of apple tissue and relationships with the intracellular water status, gas distribution, histological properties and chemical composition. In: *Postharvest Biology and Technology*, 104, s. 1 – 16.

Adresa autora: RNDr. Eubomír Kubík, PhD., Katedra fyziky, Technická fakulta, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail: Lubomir.Kubik@uniag.sk

NUTRIČNÁ KVALITA NETRADIČNÝCH CEREÁLÍ Nutritional quality of non-traditional cereals

MAGDALÉNA LACKO-BARTOŠOVÁ¹ – LUCIA LACKO-BARTOŠOVÁ²

¹Katedra udržateľného poľnohospodárstva a herbológie, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre – ²Národohospodárska fakulta, Ekonomická univerzita v Bratislave

*In recent years there is a growing interest in hulled wheat species, einkorn (*Tr. monococcum* L.), emmer (*Tr. dicoccon* Schrank) and spelt (*Tr. spelta* L.). These ancient wheats are attracting the attention of consumers and nutritionists, who are re-evaluating the healthy and dietary properties attributed to them by folk knowledge. Grains and flour of einkorn, emmer and spelt varieties were evaluated for their nutritional characteristics, grown in the same environmental conditions of south-west Slovakia region. Crude protein and ash content were determined in grains, fiber, fat and starch in the flour. Significant differences between species were found in starch and fiber content, *Tr. spelta* varieties had the lowest levels of starch and the highest levels of fibre in flour. Higher crude protein content was detected in *Tr. spelta* varieties and in *Tr. monococcum*. Ash content over 4.2 % detected in all varieties can be an indicator of the primitiveness of hulled wheats. Meteorological conditions during growing periods influenced only the starch content. Other evaluated nutritional parameters were not influenced by weather conditions within two growing seasons.*

Key words: *Tr. monococcum*, *Tr. dicoccon*, *Tr. spelta*, nutritional quality

ÚVOD

V ostatnom období, najmä v súvislosti s rozvojom ekologických systémov hospodárenia, vzrastá záujem o plevnaté druhy cereálií ako sú pšenica jednozrnová (*Triticum monococcum* L.), pšenica dvojjzrnová (*Triticum dicoccon* Schrank) a pšenica špaldová (*Triticum spelta* L.). Plevnaté druhy priťahujú pozornosť ako nutricionistov, tak aj konzumentov, ktorí prehodnocujú dietetické a zdravotné aspekty týchto druhov, ktoré im boli pripisované v minulosti ľudovými poznatkami. Plevnaté druhy pšeníc sú využívané alternatívnou medicínou pri liečení viacerých ochorení, ako napr. alergie, celiakia, vysoký krvný tlak, depresie, reuma, sú hypotézy aj o priaznivom vplyve pri onkologických ochoreniach (Piergiorganni et al., 1997). Tieto terapeutické vlastnosti sú pripisované najmä ich stráviteľnosti, vyššej využiteľnosti minerálnych látok, vitamínov, nižšej alergenicite v porovnaní so pšenicou letnou. Tieto tvrdenia však musia byť podložené vedeckým výskumom, aby bolo možné posúdiť pozitívne aspekty plevnatých cereálií a prípadnú substitúciu pšenice letnej.

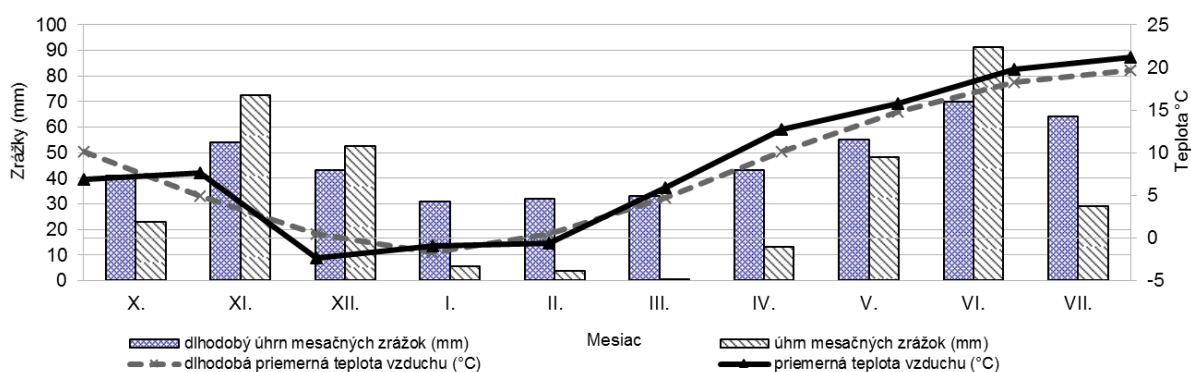
Cieľom tejto štúdie bolo zhodnotiť nutričné ukazovatele vybraných odrôd pšenice jednozrnovej, dvojjzrnovej a špaldovej pestovaných v tých istých environmentálnych a agrotechnických podmienkach južného Slovenska.

MATERIÁL A METÓDY

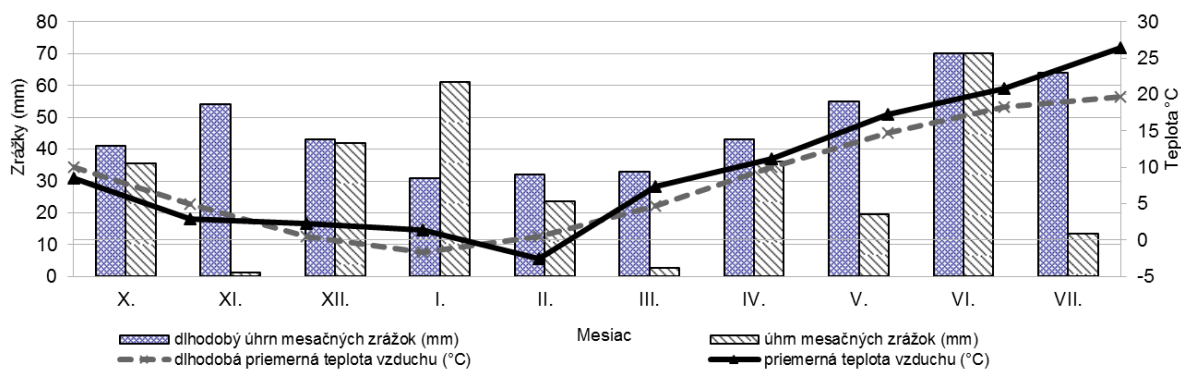
Maloparcelové poľné pokusy boli založené na experimentálnej báze FAPZ SPU v Nitre, ktorá sa nachádza v blízkosti obce Dolná Malanta. Geomorfologicky sa lokalita nachádza v západnej časti Žitavskej pahorkatiny, územie patrí do veľmi teplej oblasti so sumou priemerných denných teplôt vzduchu za hlavné vegetačné obdobie 3000°C a viac (Španik et al., 2002). Priemerná teplota za vegetačné obdobie je 16,4°C, priemerná ročná teplota vzduchu dosahuje 9,8°C, dlhodobý ročný úhrn zrážok 532,5 mm. Hlavnou pôdnou jednotkou je hnedozem pseudoglejová na sprašových a polygénnych hlinách (Tobiášová et al., 2009).

V priebehu dvoch vegetačných období boli hodnotené vybrané nutričné ukazovatele odrôd *Tr. spelta*, *Tr. dicoccon* a *Tr. monococcum*. Analyzované boli štyri odrody pšenice špaldovej (Altgold, Franckenkorn, Rubiota a Ebners Rotkorn), tri odrody pšenice dvojjzrnovej (Molise sel Colli, Agnone a Farvento) a jedna odroda pšenice jednozrnovej (Einkorn). Obsah hrubého proteínu bol stanovený podľa Kjeldahla (%N x 5,7) v zrne (STN EN ISO 20483), obsah tuku extrakciou podľa Soxhleta (Extractor Det-gras), obsah škrobu polarimetrickou metódou podľa Ewersa (STN 461011-37), obsah vlákniny stanovený podľa Weedyho na prístroji Extractor Dosi-Fiber, obsah cukru

spektrofotometricky podľa Somogyho, obsah celkového popola v zrne, spaľovaním (STN EN ISO 2171). S výnimkou hrubého proteínu a popola boli ukazovatele stanovené v múke, získanej zomletím zrna mlynom Quadrumat Senior fy. Brabender. Experiment bol založený metódou náhodne usporiadaných blokov v štyroch opakovaníach, veľkosť opakovania 10 m². Priebeh meteorologických faktorov vo vegetačných obdobiach znázorňuje obrázok 1 a 2. Priemerná teplota vzduchu vo vegetačnom období 2010/2011 bola 12,7°C, úhrn zrážok za vegetačné obdobie 339 mm. Priemerná teplota vzduchu vo vegetačnom období 2011/2012 bola 13,06°C a úhrn zrážok 305,3 mm. Získané experimentálne údaje boli vyhodnotené štatisticky v programe STATISTICA (verzia 10.0) využitím viacfaktorovej analýzy rozptylu, na testovanie kontrastov bol použitý Fischerov LSD test na hladine významnosti $\alpha = 0,05\%$.



Obrázok 1: Priebeh počasia vo vegetačnom období 2010-2011



Obrázok 2: Priebeh počasia vo vegetačnom období 2011-2012

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Pojem nutričná kvalita zahŕňa tie znaky a vlastnosti, ktoré ovplyvňujú biologickú hodnotu produktov z hľadiska výživy človeka. Ovpľvňuje ju najmä obsah a zloženie proteínov, sacharidov, lipidov, minerálnych látok a vitamínov (Marques et al., 2007). Ako pšenica špaldová, tak aj jednozrnová sú charakteristické vyšším obsahom hrubého proteínu, vďaka vyššiemu obsahu bielkovín v aleurónovej vrstve. Obsah hrubého proteínu dokumentovaný mnohými experimentami výrazne kolíše v závislosti od genotypu, podmienok prostredia, či systému hospodárenia (Galterio et al., 2001; Marconi et al., 2002). V našom pokuse bol priemerný obsah hrubého proteínu (HP) odrôd *Tr. spelta* 17,42 %, pričom medzi odrodami signifikantný rozdiel zistený nebol (Tabuľka 1).

Tabuľka 1. Vybrané parametre nutričnej kvality odrôd *Tr. spelta*, *Tr. dicoccon* a *Tr. monococcum* (v % sušiny)

Druh/odroda	Hrubý proteín	Škrob	Tuky	Rozpustná vláknina	Popol
<i>Pšenica špaldová</i>					
Altgold	17,40b	70,24a	1,00a	0,77c	4,53ab
Franckenkorn	17,36b	73,97b	1,04ab	0,78c	4,22a
Rubiota	17,55b	68,84a	1,21c	0,72bc	4,85ab
Ebners Rotkorn	17,35b	70,41a	1,13abc	0,73bc	4,43a
Priemer	17,42	70,87	1,09	0,75	4,51
<i>Pšenica dvojzrnová</i>					
Molise sel Colli	15,67a	75,72bc	1,06ab	0,48a	4,57ab
Agnone	16,47ab	76,75c	1,15bc	0,46a	4,36a
Farvento	16,30ab	74,04b	1,13abc	0,52ab	4,60ab
Priemer	16,15	75,50	1,11	0,49	4,51
<i>Pšenica jednozrnová</i>					
Einkorn	17,53b	74,68bc	1,19c	0,58abc	5,37b
Roky					
2011	16,22a	73,89b	1,09a	0,62a	4,66a
2012	17,69b	72,26a	1,13a	0,63a	4,57a
Priemer	16,95	73,08	1,11	0,627	4,61

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

Obsah HP pšenice jednozrnovej bol na úrovni odrôd pšenice špaldovej, odrody pšenice dvojzrnovej vykázali o 1,27-1,38 % nižší obsah HP v porovnaní so pšenicou špaldovou a jednozrnovou. Signifikantne najnižší obsah HP mala Molise sel Colli.

Lipidy ako esenciálne látky sa vo vyšších koncentráciách nachádzajú najmä v semenách či plodoch. V štúdiách realizovaných v rôznych častiach Európy sa zisťujú hodnoty obsahu tukov v plevnatých druhoch pšeníc v pomerne širokom rozpätí, od 1,19 do viac ako 4 %. Obsah tukov v múke bol signifikantne ovplyvnený najmä genotypom, pričom v rámci všetkých skúmaných druhov boli aj odrody s obsahom tuku nad 1,15 %.

Energetickou zložkou obilnín je najmä škrob, od jeho stavu a aktivity amyláz závisí kvalita pekárskych výrobkov. Obsah škrobu závisí od odrody, agroekologických podmienok, pohybuje sa pomerne v širokom rozpätí od 50 do 76 %.

V súbore odrôd troch druhov plevnatých pšeníc sa zistili štatistické rozdiely, pričom odrody Altgold, Rubiota, Ebners Rotkorn mali signifikantne najnižší obsah škrobu. Vyšším obsahom škrobu, nad 75 % sa vyznačovali najmä odrody *Tr. dicoccon* a *Tr. monococcum*. Vláknina sa považuje za ochranný faktor pred arteriosklerózou. Pre človeka je ako zdroj energie nevyužiteľná, ale pri výžive je nezastupiteľná. Celulóza, hemicelulóza a lignín urýchľujú pasáž tráviacim traktom, pektíny ovplyvňujú tukové látky a znižujú hladinu cholesterolu. Obsah celkovej vlákniny v zrne podľa viacerých literárnych údajov kolíše v pomerne širokom rozpätí, od 8,8 do 13,4 % (Lacko-Bartošová et al., 2014). V odrodách troch plevnatých druhov sa zistil najvyšší obsah vlákniny v múke pri *Tr. spelta*, v priemere 0,75 %, odrody *Tr. dicoccon* mali signifikantne nižší obsah vlákniny, v priemere 0,49 %, *Tr. monococcum* s hodnotou 0,58 % bola intermediárna.

Nižší obsah popola súčasných šľachtených odrôd je výsledkom selekcie zameranej na zvýšenie mlynskej kvality a výťažnosti múk. Tento parameter môžeme považovať za indikátor plevnatých, neprešľachtených pšeníc. Vyšší obsah popola indikuje vyšší obsah minerálnych látok, ktoré sa priaznivo uplatňujú vo výžive. Všetky odrody mali obsah popola v zrne vyšší ako 4,2 %, pričom medzi odrodami boli signifikantné rozdiely. Najvyšší obsah bol zistený pri *Tr. monococcum* 5,37 %. Z hodnotených nutričných parametrov mali meteorologické podmienky dvoch pestovateľských ročníkov signifikantný vplyv iba na obsah škrobu.

ZÁVER

Z hodnotenia parametrov nutričnej kvality odrôd *Tr. spelta*, *Tr. dicoccon* a *Tr. monococcum* pestovaných ekologickým systémom hospodárenia sa zistili štatisticky významné diferencie vo formovaní najmä obsahu škrobu, vlákniny v múke a hrubého proteínu v zrne. Vyšší obsah hrubého proteínu bol zistený najmä v zrne odrôd *Tr. spelta* a *Tr. monococcum*, najnižší obsah škrobu avšak

najvyšší obsah vlákniny v múke v odrodách *Tr. spelta*. Obsah popola nad 4,2 % v zrne indikuje charakteristickú črtu plevnatých, neprešľachtených druhov. Najvyšší obsah popola sa zistil v zrne *Tr. monococcum*, 5,37 %. Meteorologické podmienky dvoch ročníkov signifikantne ovplyvnili obsah škrobu.

Podakovanie: Vedecký príspevok je výsledkom riešenia projektu ITEBIO „Podpora inovácie technológií špeciálnych výrobkov a biopotravín pre zdravú výživu ľudí“, ITMS 26 220 220 115 v rámci operačného programu Výskum a Vývoj, financovaného z Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

LITERATÚRA

- GALTERIO, G., CARDARILLI, D., CODIANNI, P., ACQUISTUCCI, R. 2001: Evaluation of chemical and technological characteristics of new lines of *Tr. turgidum* ssp. *dicoccum*. *Nahrung/Food*, 45 (4), s. 263-266.
- MARCONI, E., CARCEA, M., SCHIAVONE, M., CUBADDA, R. 2002: Spelt (*Tr. spelta* L.) pasta quality: Combine effect of flour properties and drying conditions. *Cereal Chemistry*, 79, s. 634-639.
- MARQUES, C.D., AURIA, L., CANI, P.D. 2007: Comparison of glycemic index of spelt and wheat bread in human volunteers. *Food chemistry*, 100, s. 1265-1271. ISSN 0308-8146.
- LACKO-BARTOŠOVÁ, M., KORCZYK-SZABÓ, J., ČURNÁ, V., LACKO-BARTOŠOVÁ, L. 2014: *Triticum spelta* L.- pestovanie a využitie. SPU v Nitre, 84s., ISBN 978-80-552-1275-3
- PIERGIOVANNI, A.P., RIZZI, R., PANNACCIULLI, E., DELLA GATTA, C. 1997: Mineral composition in hulled wheat grains: a comparison between emmer and spelt accessions. In: *Journal of Food Science and Nutrition*, 48, s. 381-386.
- ŠPÁNIK, F., REPA, Š., ŠÍŠKA, B. 2002: *Agroklimatické a fenologické pomery Nitry (1991-2000)*. Nitra, SPU, 39 s. ISBN 80-7137-987-5.
- TOBIÁŠOVÁ, E., ŠIMANSKÝ, V. 2009: *Kvantifikácia pôdnych vlastností a ich vzájomných vzťahov ovplyvnených antropickou činnosťou*. Nitra, SPU, 114 s. ISBN 978-80-552-0196-2.

Adresa autorov:

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

Ing. Lucia Lacko-Bartošová, PhD., Národohospodárska fakulta, Ekonomická univerzita v Bratislave, Dolnozemska cesta 1, 852 35 Bratislava; e-mail: lucia.lacko-bartosova@euba.sk

OBSAH FENOLOV A KAROTENOIDOV VYBRANÝCH ODRÔD NETRADIČNÝCH CEREÁLIÍ

Total phenolic and carotenoids content of selected non-traditional cereals

MAGDALÉNA LACKO-BARTOŠOVÁ – EUDMILA LEVÁKOVÁ

Katedra udržateľného poľnohospodárstva a herbológie, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

Wheat is a good source of polyphenols, secondary metabolites of plants with beneficial effects on human health. However, little information is available on phenolic composition and carotenoids concentrations in different Triticum species. Phytochemicals in whole grain cereals have not received as much attention as the phytochemicals in fruits and vegetables, although the increased consumption of whole grain cereals and whole grain-based products has been associated with reduced risk of chronic diseases such as cardiovascular diseases, type II diabetes, obesity, cancer and some other chronic diseases. The objective of this study was to evaluate total phenolic content (free and bound forms) and carotenoids content in selected varieties of non-traditional cereals produced in organic farming system. A field stationary experiment was established at the Research Experimental Station Dolná Malanta in western Slovakia, during the years 2013 – 2014. The average free phenolic content of selected varieties was 157.10 $\mu\text{g FEA.g}^{-1}$. There were significant differences between varieties. Triticum spelta varieties had the significantly lowest concentrations of free phenolics. In general, carotenoids are very minor constituents in cereal grains except for einkorn that contains relatively high levels of carotenoids. The lutein content in einkorn was 2.51 $\mu\text{g.g}^{-1}$ and the concentrations of β -carotene reached the value of 0.57 $\mu\text{g.g}^{-1}$.

Key words: carotenoids, non-traditional cereals, organic farming system, phenolic compounds

ÚVOD

Cereálie majú významnú úlohu vo výžive ľudí. Okrem tradičných cereálií existuje viacero netradičných druhov, ktorým je potrebné venovať pozornosť pre ich pozitívny vplyv na zdravie človeka. Pre prevažnú časť populácie predstavujú základnú a najdôležitejšiu potravinu so širokým spektrom biologicky aktívnych látok. Ich pravidelnou konzumáciou, predovšetkým celých zŕn, možno prispieť k zníženiu rizika civilizačných ochorení (Marko et al., 2015).

Veľkú skupinu fytochemikálií cereálií predstavujú fenolové zlúčeniny, ktoré sa nachádzajú väčšinou vo forme monomérov so sacharidmi (Vollmannová et al., 2006). Sú to sekundárne rastlinné metabolity syntetizované počas vývoja rastlín a v odozve na stresové podmienky (Brandolini et al., 2013). Najväčšie množstvo fenolových zlúčenín je lokalizované v aleurónovej vrstve, otrubách a klíčkoch zŕn. Vo všeobecnosti sa vyznačujú najvyššou antioxidačnou aktivitou spomedzi všetkých prírodných antioxidantov. Majú schopnosť potláčať oxidáciu LDL (lipoproteínových častíc s nízkou hustotou) a zabraňujú tak tvorbe aterosklerotických plakov v stenách ciev, čím významne znižujú riziko kardiovaskulárnych ochorení. Mnohé štúdie poukazujú na ich antikarcinogénne a antimutagénne vlastnosti (Galardo et al., 2006; Marko et al., 2015).

Karotenoidy sú prírodné pigmenty so schopnosťou chrániť rastliny pred poškodením voľnými radikálmi indukovanými svetlom. Sú to prevažne žlté a oranžové lipofilné pigmenty, ktoré poskytujú farbu napríklad celozrnej múke (Žilič et al., 2011). Cereálie sú vo všeobecnosti významným zdrojom karotenoidov, ktoré sú rozmiestnené rovnomerne v celom zrne, najvýznamnejšie však v endosperme. Hlavný priaznivý účinok karotenoidov spočíva v ich antioxidačných schopnostiach, pre ktoré sa uplatňujú v prevencii degeneratívnych procesov a ako antikarcinogénne látky. Medzi významné cereálne karotenoidy patrí β -karotén a luteín, ktoré sú veľmi dôležité v biochémii zrakového vnemu (Fardet et al., 2008; Šivel et al., 2013).

Cieľom príspevku bolo zhodnotiť obsah fenolov a karotenoidov vybraných odrôd netradičných cereálií – pšenice špaldovej (*Triticum spelta* L.), pšenice dvojrznej (*Triticum dicoccon* Schrank) a jednozrnej (*Triticum monococcum* L.), pestovaných v ekologickom systéme hospodárenia.

MATERIÁL A METÓDY

Maloparcelový poľný pokus bol založený na experimentálnej báze Fakulty agrobiológie a potravinových zdrojov Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre. Experimentálna báza sa nachádza v blízkosti osady Dolná Malanta, v západnej časti Žitavskej pahorkatiny. Lokalita má výmeru cca 19 ha a charakter roviny s miernym sklonom k juhu. Nadmorská výška v lokalite sa pohybuje v rozmedzí od 177 m n. m. do 180 m n. m. (Slovík a Libant, 1996). Územie patrí do veľmi teplej oblasti so sumou priemerných denných teplôt vzduchu za hlavné vegetačné obdobie 3000 °C a viac (Špánik et al., 2002). Priemerná teplota vzduchu dosahuje hodnotu 9,8 °C a priemerná ročná teplota pôdy predstavuje 10,8 °C. Dlhodobý ročný úhrn zrážok za obdobie rokov 1961 – 1990 je 523,5 mm (Špánik et al., 1996). Hlavnou pôdnou jednotkou na experimentálnej báze je hnedozem pseudoglejová na sprašových a polygénnych hlinách. Pôda je bez skeletu, stredne ťažká, hlinitá (Hanes et al., 1993; Tobiášová a Šimanský, 2009).

Pokus bol založený blokovou metódou s náhodným usporiadaním v štyroch opakovaníach. Veľkosť plochy jedného opakovania bola 10 m². Analyzované boli dve odrody pšenice špaldovej (Rubiota, Franckenkorn) a pšenice dvojrzbovej (Farvento, Molise sel Colli) a jedna odroda pšenice jednorzbovej (Einkorn). Odrody pšenice boli pestované v podmienkach ekologického systému hospodárenia, bez použitia priemyselných hnojív a prípravkov na ochranu rastlín.

V pokuse bol hodnotený vplyv pestovateľského ročníka a odrôd troch druhov pšeníc na obsah biologicky aktívnych látok, a to obsah celkových fenolov a obsah karotenoidov – luteínu a β-karoténu v zrne.

Na stanovenie obsahu celkových fenolov bola použitá modifikovaná Folin-Ciocalteuova metóda, ktorú uvádzajú Van Hung et al. (2009). Do 1,5 ml skúmavky sa odobralo 150 μl extraktu s prídavkom 750 μl destilovanej vody, 300 μl Folin-Ciocalteuovho činidla a nechalo sa inkubovať 1 až 8 minút. V slepom pokuse bol extrakt nahradený 60 % metanolom. Následne sa pridalo 300 μl 20 % roztoku uhličitanu sodného a nechalo sa inkubovať 2 hodiny pri izbovej teplote. Po uplynutí tejto doby bola zmeraná absorbancia pri 765 nm použitím spektrofotometra UV-1800 Shimadzu.

Karotenoidy boli stanovované chromatograficky modifikovanou metódou podľa Herrero-Barbudo et al. (2005). Do 50 ml túb sa navážil 1 g vzorky a k navážke sa pridal acetón. Tuby sa vložili na 15 minút do ultrazvukového kúpeľa a nechali sa centrifugovať pri 8000 otáčkach.min⁻¹. Z túb sa odobralo 15 ml extrakčného roztoku, ktorý sa nechal dosucha odpariť vo vákuovej rotačnej odparke pri teplote 40 °C. Zvyšky z odparky sa rozpustili v 2 ml mobilnej fáze. Vzorka bola centrifugovaná pri 12 000 otáčkach.min⁻¹. Karotenoidy boli analyzované použitím HPLC-MS/MS. Detekčný systém: AGILENT 1260 s kolónou SYMMETRY C18 (5 μm x 4,6 x 250 mm), mobilná fáza acetonitril/metylénchlorid/metanol (7:2:1 v/v/v), prietok 1 ml.min⁻¹, teplota kolóny 30 °C; AGILENT 6410 s ESI módom, pozitívna ionizácia, prietok plynu 10 l.min⁻¹, teplota plynu 325 °C, vaporizer 200 °C, nebulizer 40 psi, kapilárne napätie 5000 V. Použitý bol SIMM mód s iónovými signálmi 551 pre luteín a 537 pre β-karotén.

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

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Počas rokov 2013 a 2014 boli analyzované obsahy fenolových látok a karotenoidov vo vybraných odrodách troch druhov netradičných cereálií, pestovaných v podmienkach ekologického systému hospodárenia na pôde (Tabuľka 1).

Obsah celkových fenolov v zrne cereálií bol vyjadrený v mikrogramoch ekvivalentu kyseliny ferulovej (FEA) na gram vzorky. Priemerný obsah voľných fenolov v zrne nami sledovaných odrôd dosahoval hodnotu 157,10 μg FEA.g⁻¹. Obsah viazaných fenolov sa pohyboval na úrovni 741,48 μg FEA.g⁻¹. Jednotlivé odrody sa významnejšie líšili v obsahu voľných fenolov. Na obsah voľných fenolov mali štatisticky významný vplyv odrody, pestovateľské roky, avšak aj interakcia odroda x rok. Najnižšie obsahy voľných fenolov sa zistili pri oboch odrodách druhu *Triticum spelta*. Zo signifikantnej interakcie vyplýva, že obsah voľných fenolov významne kolísal vplyvom meteorologických podmienok len pri odrodách *Triticum dicoccon*, medzi ktorými bol štatisticky preukazný rozdiel. Odrody ostatných hodnotených druhov nevykazovali variabilitu v rokoch. *Triticum monococcum* dosiahla najvyšší obsah viazaných fenolov spomedzi sledovaných druhov

(982,60 $\mu\text{g FEA.g}^{-1}$). Obsah celkových fenolov sa pohyboval na úrovni 898,57 $\mu\text{g FEA.g}^{-1}$. Guo a Beta (2013) uvádzajú obsah celkových fenolov v pšenici 1550 $\mu\text{g FEA.g}^{-1}$.

Koncentrácia celkových karotenoidov v celozrnných cereáliách sa pohybuje v rozmedzí od 0,8 do 2,17 $\mu\text{g.g}^{-1}$. Najviac prevládajúcim karotenoidom je luteín s koncentráciou 0,5 – 1,44 $\mu\text{g.g}^{-1}$ (Moore et al., 2005). V zrnách pšenice je prítomný v obalových vrstvách, endosperme i zárodku, čo predstavuje približne 80 – 90 % celkového obsahu karotenoidov. Podieľa sa na svetlo krémovej až žltej farbe finálnych pšeničných výrobkov (Leenhardt et al., 2006). Priemerný obsah luteínu v zrne nami sledovaných odrôd bol 1,99 $\mu\text{g.g}^{-1}$ čerstvej hmoty. Najnižšie koncentrácie boli charakteristické pre odrody *Triticum dicoccon* – Molise sel Colli (1,17 $\mu\text{g.g}^{-1}$) a Farvento (1,55 $\mu\text{g.g}^{-1}$).

Koncentrácie β -karoténu v celozrnných cereáliách sú nižšie, rádovo od 0,09 do 0,21 $\mu\text{g.g}^{-1}$ (Moore et al., 2005). V nami sledovaných odrodách dosiahol priemerný obsah β -karoténu hodnotu 0,36 $\mu\text{g.g}^{-1}$. Preukazne najvyšší obsah β -karoténu dosiahla *Triticum monococcum* (0,57 $\mu\text{g.g}^{-1}$) a najnižšími koncentraciami boli charakteristické odrody *Triticum dicoccon* – Farvento (0,04 $\mu\text{g.g}^{-1}$) a Molise sel Colli (0,20 $\mu\text{g.g}^{-1}$), medzi ktorými bol štatisticky preukazný rozdiel. Odrody *Triticum spelta* boli z hľadiska obsahu β -karoténu intermediárne.

Tabuľka 1. Štatistické zhodnotenie obsahu fenolov a karotenoidov vybraných odrôd netradičných cereálií

Druh/Odroda	Obsah fenolov [$\mu\text{g FEA.g}^{-1}$]			Obsah karotenoidov [$\mu\text{g.g}^{-1}$ čerstvej hmoty]	
	Voľné	Viazané	Celkové	Luteín	β -karotén
<i>Triticum spelta</i>					
Rubiota	118,47 a	728,53 a	846,99 ab	2,17 b	0,46 c
Franckenkorn	105,59 a	680,54 a	786,12 a	2,55 b	0,49 c
Priemer	112,03 \pm 9,11	704,54 \pm 33,93	816,56 \pm 43,04	2,36 \pm 0,27	0,48 \pm 0,02
<i>Triticum dicoccon</i>					
Farvento	168,20 b	601,73 a	769,93 a	1,55 a	0,04 a
Molise sel Colli	201,75 c	713,98 a	915,72 b	1,17 a	0,20 b
Priemer	184,98 \pm 23,72	657,86 \pm 79,37	842,83 \pm 103,09	1,36 \pm 0,27	0,12 \pm 0,11
<i>Triticum monococcum</i>					
Einkorn	191,48 bc	982,60 b	1174,08 c	2,51 b	0,57 d
Roky					
2013	194,72 b	828,02 b	1022,73 b	2,74 b	0,51 b
2014	119,48 a	654,93 a	774,41 a	1,24 a	0,20 a
Priemer	157,10 \pm 53,20	741,48 \pm 122,39	898,57 \pm 175,59	1,99 \pm 1,06	0,36 \pm 0,22

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

ZÁVER

Pestovateľský ročník mal štatisticky preukazný vplyv na obsah fenolov a karotenoidov. Najnižšie obsahy voľných fenolov sa zistili pri odrodách *Triticum spelta* (Rubiota, Franckenkorn). Obsah voľných fenolov významne kolísal vplyvom meteorologických podmienok len pri odrodách *Triticum dicoccon* (Farvento, Molise sel Colli). Pre *Triticum monococcum* bol charakteristický najvyšší obsah viazaných fenolov spomedzi sledovaných druhov cereálií a najvyšší obsah celkových fenolov. Z hľadiska obsahu oboch stanovovaných karotenoidov boli najnižšími koncentraciami charakteristické odrody *Triticum dicoccon*. Preukazne najvyšší obsah β -karoténu dosiahla *Triticum monococcum*. Odrody *Triticum spelta* boli tiež významným zdrojom luteínu a β -karoténu.

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

LITERATÚRA

- BRANDOLINI, A. – CASTOLDI, P. – PLIZZARI, L. – HIDALGO, A. 2013: Phenolic acids composition, total polyphenols content and antioxidant activity of *Triticum monococcum*, *Triticum turgidum* and *Triticum aestivum*: A two-years evaluation. In: *Journal of Cereal Science*, roč. 58, č. 1, s. 123 – 131.
- FARDET, A. – EDMOND, R. – RÉMÉSY, CH. 2008: Is the in vitro antioxidant potential of whole-grain cereals and cereal products well reflected in vivo? In: *Journal of Cereal Science*, roč. 48, s. 258 – 276.
- GALLARDO, C. – JIMÉNEZ, L. – GARCÍA-CONESA, M.-T. 2006: Hydroxycinnamic acid composition and in vitro antioxidant activity. In: *Food Chemistry*, roč. 99, s. 455 – 465.
- GUO, W. – BETA, T. 2013: Phenolic acid composition and antioxidant potential of insoluble and soluble dietary fibre extracts derived from select whole-grain cereals. In: *Food Research International*, roč. 51, č. 2, s. 518 – 525.
- HANES, J. – MUCHA, V. – SISÁK, P. – SLOVÍK, R. 1993: *Charakteristika hneдозemnej pôdy na výskumno-experimentálnej báze AF VŠP Nitra – Dolná Malanta*. Nitra : VES VŠP. 49 s. ISBN 80-7137-097-5.
- HERRERO-BARBUDO, M. C. – GRANADO-LORENCIO, F. – BLANCO-NAVARRO, I. et al. 2005: Retinol and γ -tocopherol and carotenoids in natural and vitamin A- and E-fortified products commercialized in Spain. In: *International Dairy Journal*, roč. 15, č. 5, s. 521 – 526.
- LEENHARDT, F. – LYAN, B. – ROCK, E. – BOUSSARD, A. – POTUS, J. – CHANLIAUD, E. – REMESY, C. 2006: Wheat Lipoxygenase Activity Induces Greater Loss of Carotenoids than Vitamin E during Breadmaking. In: *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, roč. 54, č. 5, s. 1710 – 1715.
- MARKO, A. – RAKICKÁ, M. – ŠTURDÍK, E. 2015: Funkčné zložky cereálií účinné v prevencii civilizačných ochorení. In: *Chemické listy*, roč. 109, s. 21 – 28.
- MOORE, J. – HAO, Z. – ZHOU, K. – LUTHER, M. – COSTA, J. – YU, L. L. 2005: Carotenoid, Tocopherol, Phenolic Acid, and Antioxidant Properties of Maryland-Grown Soft Wheat. In: *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, roč. 53, č. 17, s. 6649 – 6657.
- SLOVÍK, R. – LIBANT, V. 1996: Pôdno-geologické pomery okolia výskumnej bázy VŠP – Dolná Malanta. In: *Agronomická fakulta a vývoj poľnohospodárstva na Slovensku: zborník referátov z vedeckej konferencie*. Nitra : VŠP, s. 122 – 124. ISBN 80-7137-276-5.
- ŠIVEL, M. – KLEJDUS, B. – KRÁČMA, S. – KUBÁŇ, V. 2013: Lutein – významný karotenoid ve výživě člověka. In: *Chemické listy*, roč. 107, s. 456 – 463.
- ŠPÁNIK, F. – REPA, Š. – ŠIŠKA, B. 1996: *Klimatické a fenologické pomery Nitry (1961 – 1990)*. Bratislava : Slovenská bioklimatologická spoločnosť SAV. 60 s.
- ŠPÁNIK, F. – REPA, Š. – ŠIŠKA, B. 2002: *Agroklimatické a fenologické pomery Nitry (1991 – 2000)*. Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre. 39 s. ISBN 80-7137-987-5.
- TOBIÁŠOVÁ, E. – ŠIMANSKÝ, V. 2009: *Kvantifikácia pôdnych vlastností a ich vzájomných vzťahov ovplyvnených antropickou činnosťou*. Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre. 114 s. ISBN 978-80-552-0196-2.
- VAN HUNG, P. – MAEDA, T. – MIYATAKE, K. – MORITA, N. 2009: Total phenolic compounds and antioxidant capacity of wheat graded flours by polishing method. In: *Food Research International*, roč. 42, č. 1, s. 185 – 190.
- VOLLMANNOVÁ, A. – TOMÁŠ, J. – TÓTH, T. 2006: *Výživná a technologická kvalita rastlinných produktov a ich potravinárske využitie*. Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre. 198 s. ISBN 80-8069-780-9.
- ŽILIČ, S. – ŠUKALOVIČ, V. H.-T., DODIG, D. – MAKSIMOVIČ, V. – MAKSIMOVIČ, M. – BASIČ, Z. 2011: Antioxidant activity of small grain cereals caused by phenolics and lipid soluble antioxidants. In: *Journal of Cereal Science*, roč. 54, s. 417 – 424.

Adresa autorov:

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

TECHNOLOGICKÁ KVALITA VYBRANÝCH ODRÔD PŠENICE DVOJZRNOVEJ PESTOVANEJ V EKOLOGICKOM POĽNOHOSPODÁRSTVE

Technological Quality of Selected Organic Emmer Wheat Varieties

VERONIKA ČURNÁ – MAGDALÉNA LACKO-BARTOŠOVÁ

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

*Emmer wheat (*Triticum dicoccon* Schrank) is one of the oldest crop in the world. It is one of the hulled wheat species which has been grown and used as a part of the human diet for a very long time. In this study, four winter varieties (Agnone, Farvento, Guardiaregia, and Molise sel Colli) of organically grown emmer wheat were analysed for crude protein and technological parameters (wet gluten content, gluten index, sedimentation index according to Zeleny, and falling number). A field stationary experiment was carried out at the Research Experimental Station of the Slovak University of Agriculture in Nitra, at Dolná Malanta during 2010-2011 and 2011-2012 growing seasons. The protein content of emmer as a hulled wheat was high. The average protein content of selected varieties was at the level of 15.97% db. The obtained results indicated that emmer wheat varieties had very low content of gluten and sedimentation. Values of falling number depended on growing seasons with very high differences. According to achieved results we can conclude that emmer wheat varieties are not very suitable for baking purpose, but emmer can be use as wholegrain meal, groats, whole grains in traditional soups, pasta, pancakes and other food products.*

Key words: *emmer wheat, organic farming system, crude protein content, technological quality*

ÚVOD

Pestovanie alternatívnych plodín, ku ktorým patria aj netradičné cereálie môže zmierniť nebezpečenstvo znižovania diverzity biologických druhov, prispieť k ekologizácii poľnohospodárskej výroby, a tak k zmiernovaniu dopadu zmeny klímy (Lacko-Bartošová et al., 2014). Jedná sa o cereálie menej výnosné, no vyznačujúce sa radou pozitívnych vlastností. Nenáročnosť pestovania, vyššia odolnosť voči burinám, chorobám, škodcom, abiotickým stresom, či schopnosť zaobísť sa bez priemyselných hnojív a pesticídov predurčujú ich pestovanie v ekologickom systéme (Capouchová et al., 2013).

Príkladom minoritných cereálií je aj pšenica dvojzrnová (*Triticum dicoccon* Schrank). Zvyšujúci sa záujem o netradičné cereálie zo strany pestovateľov a aj konzumentov je daný požiadavkami na spestrenie stravy a jej obohatenie o pôvodné, prírodné bioprodukty. Nakoľko pšenica dvojzrnová nebola prešľachtená modernými šľachtiteľskými metódami, jedná sa o druh, ktorý má prírodný charakter s pozitívnym dopadom na ľudské zdravie (Konvalina et al., 2012). V súčasnosti sú na trhu k dispozícii predovšetkým nekysnuté, extrudované produkty z pšenice dvojzrnovej, raňajkové cereálie, sladké pečivo, cestoviny.

Cieľom predkladaného príspevku bolo zhodnotiť technologickú kvalitu štyroch odrôd pšenice dvojzrnovej pestovaných v ekologickom systéme hospodárenia.

MATERIÁL A METÓDY

Maloparcelový poľný pokus bol založený na experimentálnej báze Fakulty agrobiológie a potravinových zdrojov Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre. Pokusná lokalita je situovaná v blízkosti obce Dolná Malanta, v západnej časti Žitavskej pahorkatiny. Lokalita, o výmere cca 19 ha, má charakter roviny, s nadmorskou výškou od 177 m n. m. do 180 m n. m. (Slovík, Libant, 1996). Hlavnou pôdnou jednotkou je hnedozem pseudoglejová vyvinutá na sprašových a polygénnych hlinách. Pôda je bez skeletu, stredne ťažká, hlinitá (Hanes, 1995; Tobiášová et al., 2009). Územie patrí do veľmi teplej klimatickej oblasti, so sumou priemerných denných teplôt vzduchu za hlavné vegetačné obdobie 3000°C a viac (Špánik et al., 2002). Priemerná teplota vzduchu dosahuje hodnotu 9,8°C a priemerná ročná teplota pôdy 10,8°C. Dlhodobý ročný úhrn zrážok za obdobie rokov 1961-1990 je 532,5 mm (Špánik et al., 1996).

Maloparcelový poľný pokus bol založený blokovoou metódou s náhodným usporiadaním. Veľkosť jedného opakovania bola 10 m². Analyzované boli štyri odrody pšenice dvojrznej – Agnone, Farvento, Guardiaregia a Molise sel Colli, pestované v podmienkach ekologického systému, bez použitia priemyselných hnojív a prípravkov na ochranu rastlín.

Počas vegetačných období 2010-2011 a 2011-2012 bol hodnotený vplyv pestovateľského ročníka a odrody na vybrané kvalitatívne parametre pšenice dvojrznej. Hrubý proteín (%) bol stanovený metódou podľa Kjeldahla (% N x 5,7), na prístroji PRO – NITRO A. Obsah mokrého lepku (%) a gluten index (%) boli stanovené na základe medzinárodných ICC Štandardov 155 a 158, sedimentačný test (ml) podľa Zelenyho (ICC Štandard č.116/1) a pádové číslo (s) na základe ICC Štandardu č. 107/1.

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

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Počas dvoch vegetačných období (2010-2011 a 2011-2012) boli sledované jednotlivé kvalitatívne ukazovatele vybraných odrôd pšenice dvojrznej, pestovaných v podmienkach ekologického systému hospodárenia na pôde (Tabuľka 1).

Pšenica dvojrzná je známa vysokým obsahom bielkovín v zrne. Priemerný obsah bielkovín v zrne nami sledovaných odrôd pšenice dvojrznej dosahoval hodnotu 15,97%. Diferencie medzi odrodami neboli štatisticky významné. Na obsah bielkovín mal štatisticky významný vplyv ročník, preukazne vyšší obsah bielkovín bol stanovený počas vegetačného obdobia 2011-2012, ktoré bolo charakteristické vyššími teplotami a nižším úhrnom zrážok v porovnaní s rokmi 2010-2011. Zahraniční autori uvádzajú vyšší obsah bielkovín plevnatých druhov pšeníc (*Triticum. spelta*, *Tr. dicoccon*) v porovnaní s modernými pšenicami (*Tr. aestivum*, *Tr. durum*), pestovanými v rovnakých agronomických podmienkach (Castagna et al., 1996; Reedy et al., 1998). Dostupné údaje poukazujú na vysokú variabilitu. Nízky obsah bielkovín (7,9 – 10,4%) v zrne pšenice dvojrznej stanovili Blanco et al. (1990) a Galterio et al. (1994), intermediálne hodnoty (10,2 – 13,6%) Marconi a Cubadda (2005). Najvyšší obsah bielkovín udávajú Perrino et al. (1993) (cit. Cubadda, Marconi, 1995) a Marconi (1994). Obsah bielkovín sa pohyboval v rozmedzí od 14,2% do 21,9%.

Tabuľka 1. Štatistické zhodnotenie jednotlivých ukazovateľov technologickej kvality vybraných odrôd pšenice dvojrznej

	Hrubý proteín [%]*	Mokrý lepok [%]	Gluten Index [%]	Zelenyho test [ml]	Pádové číslo [s]
Odroda					
Agnone	16,47 n.	9,22 b	33,36 c	15,00 b	252,83 a
Farvento	16,30 n.	3,23 a	17,88 a	12,17 a	253,67 ab
Guardiaregia	15,42 n.	7,19 b	13,50 a	15,50 bc	246,50 a
Molise sel Colli	15,67 n.	20,62 c	25,28 b	15,83 c	263,00 b
Vegetačné obdobie					
2010-2011	14,65 a	4,90 a	22,49 n.	12,42 a	64,25 a
2011-2012	17,28 b	15,23 b	22,52 n.	16,83 b	443,75 b
Priemer	15,97 ± 1,616	10,06 ± 9,650	22,50 ± 8,656	14,63 ± 2,826	254,00 ± 194,220

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

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

[%]* – v 100% sušine

Jedným zo základných ukazovateľov kvality je obsah mokrého lepku. Odrody pšenice dvojrznej sa vyznačovali nízkym obsahom lepku – 10,06%, pričom ako medzi odrodami, tak aj v pestovateľských ročníkoch boli rozdiely preukazné. Preukazne najvyšší obsah lepku dosiahla odroda Molise sel Colli (20,62%), najnižším obsahom bola charakteristická odroda Farvento (3,23%). Chladnejšie a vlhšie počasie v priebehu vegetačného obdobia 2010-2011 vplývalo negatívne na tvorbu lepkového komplexu. Obsah mokrého lepku sa pohyboval v priemere na úrovni 4,90%. Výsledky sú v súlade s Capouchová et al. (2013), ktorí uvádzajú, že lepok niektorých genotypov pšenice dvojrznej bol ťažko separovateľný, roztekavý. Naopak, vyšší obsah mokrého lepku,

v rozpätí od 26,9% do 54,3%, potvrdzujú výsledky z Talianska (Piergiovanni et al., 1996; Pagnotta, 2003) a Nemecka (Jantsch, Trautz, 2001; Schumacher, Lindhauer, 2002).

Gluten index, vyjadrujúci kvalitu lepku, dosiahol priemernú hodnotu 22,50%. Múky sledovaných odrôd sú považované za slabé. Preukazne najkvalitnejší lepok mala odroda Agnone (33,36%), najhoršia kvalita bola zistená v rámci odrody Guardiaregia (13,50%). Pagnotta et al. (2003) uvádzajú, že kvalita lepku je rozdielna v rámci odrôd, varíruje od 16,7% (odroda Farvento) do 52,2% (odroda Umbria).

Zelený test charakterizuje visko-elastické vlastnosti a kvalitu proteínov. Slabé múky formujú nižší sediment, ktorého výška závisí najmä od obsahu lepku a jeho kvality (Lacko-Bartošová et al., 2014). Štatistická analýza potvrdila významný vplyv odrody a ročníka. Najnižšiu priemernú hodnotu sedimentu mali múky odrody Farvento (12,17 ml), preukazne najvyšší sediment dosiahla odroda Molise sel Colli (15,83 ml). Výška sedimentu nami sledovaných odrôd je v súlade s výsledkami výskumov v Českej republike (Stehno et al., 2011; Konvalina et al., 2012; Capouchová et al., 2013).

Pádové číslo, vyjadrujúce aktivitu α -amyláz, je v silnej interakcii s priebehom počasia pred zberom. Parameter bol významne ovplyvnený odrodou aj ročníkom. Vlhké počasia pred zberom počas pestovateľského ročníka 2010-2011 spôsobilo vysokú enzymatickú aktivitu, ktorú indikujú štatisticky preukazne nižšie hodnoty pádového čísla (64,25 s). V dôsledku vysokej aktivity by bola striedka chleba po upečení viskózna (Lacko-Bartošová et al., 2014). Naopak, suché dni pred zberom zapríčinili vysoké hodnoty pádového čísla (443,75 s) v pestovateľskom roku 2011-2012, ktoré poukazujú na nízku aktivitu enzýmov. Chlieb z takejto múky by sa vyznačoval suchou striedkou a redukovaným objemom (Lacko-Bartošová et al., 2014).

ZÁVER

V predkladanej štúdií bol zhodnotený obsah bielkovín a technologická kvalita štyroch odrôd pšenice dvojzrnovej. Hodnotené odrody pšenice dvojzrnovej (Agnone, Farvento, Guardiaregia, Molise sel Colli), pestované v ekologickom systéme hospodárenia si udržali svoj špecifický charakter sledovaných kvalitatívnych parametrov. Obsah bielkovín v sušine zrna bol vysoký i v podmienkach ekologického poľnohospodárstva, bez hnojenia priemyselnými dusíkatými hnojivami. Diferencie medzi odrodami neboli štatisticky preukazné. Pekárska kvalita lepku bola veľmi nízka, o čom vypovedali nízke hodnoty gluten indexu a Zeleného testu. Pádové číslo, vyjadrujúce schopnosť rozkladať škrob na jednoduché cukry, bolo štatisticky významne ovplyvnené priebehom počasia pred zberom. Na základe dosiahnutých výsledkov odporúčame sledované odrody pšenice dvojzrnovej nevyužívať na prípravu kysnutých výrobkov. Múku týchto odrôd je možné použiť na výrobu nekysnutých, extrudovaných výrobkov, prevažne v celozrnnnej kvalite.

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

LITERATÚRA

- BLANCO, A. – GIORGI, B. – PERRINO, P. – SIMEONE, R. 1990: Genetic resources and breeding for improved quality in durum wheat. In: *Agricoltura Ricerca*, roč. 12, s. 41 – 58.
- CAPOUCHOVÁ, I. – KONVALINA, P. – JANOVSÁ, D. – ŠKERÍKOVÁ, A. – KÁŠ, M. – MIČÁK, L. 2013: Kvalita jarných forem minoritných druhu pšenice (špalda, dvouzrnka, jednozrnka) v ekologickém zemědělství a možnosti jejich využití. In: *Sborník ze semináře „Výzkum a zkušenosti s pěstováním rostlin v ekologickém zemědělství“*, 25.6.2013. s. 7 – 10.
- CASTAGNA, R. – MINOIA, C. – PORFIRI, O. – ROCCHETTI, G. 1996: Nitrogen level and seeding rate effects on the performance of hulled wheats (*Triticum monococcum* L., *Triticum dicoccum* Schubler and *Triticum spleta* L.) evaluated in contrasting agronomic environments. In: *Journal of Agronomy and Crop Science*, roč. 176, s. 173 – 181. ISSN 1439-037X.
- CUBADDA, R. – MARCONI, E. 1995: Technological and nutritional aspects in emmer and spelt. In: PADOLUSI, S. – HAMMER, K. – HELLER, J. (eds) *Hulled wheats. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops*. Proceedings of the First International Workshop on Hulled

- Wheats, Tuscany, Italy. International Plant Genetic Resources Institute, Rome : Italy, s. 40 – 99. ISBN 92-9043-288-8.
- GALTERIO, G. – CAPPELLONI, M. – DESIDERIO, E. – POGNA, N.E. 1994: Genetic, technological and nutritional characteristics of three Italian populations of “farrum” (*Triticum turgidum* subsp. *dicoccum*). In: *Journal of Genetics and Breeding*, roč. 48, č. 4, s. 391 – 398. ISSN 0394-9257.
- HANES, J. 1995: Atropogénne vplyvy na vlastnosti h poľnohospodárskych pôd. Nitra : VES VŠP v Nitre, s. 89. ISBN 80-7137-238-2.
- JANTSCH, P. – TRAUTZ, D. 2001: Untersuchung zur Anbaueignung verschiedener Herkünfte von Einkorn (*Triticum monococcum*) und Emmer (*Triticum dicoccum*) im ökologischen Landbau. In: *Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften*, roč. 13, s. 174 – 175.
- KONVALINA, P. – GRAUSGRUBER, H. 2012: Pšenice dvouzrnka. In: KONVALINA, P. (ed.) Pěstování a využití minoritních obilnin a pseudoobilnin v ekologickém zemědělství: České Budějovice, s. 29 – 50. ISBN 978-80-87510-24-7.
- LACKO-BARTOŠOVÁ, M. – KORCZYK-SZABÓ, J. – ČURNÁ, V. – LACKO-BARTOŠOVÁ, L. 2014: *Triticum spelta* L. – pestovanie a využitie. Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita. 84 s. ISBN 978-80-552-1275-3.
- MARCONI, E. – CUBADDA, R. 2005: Emmer Wheat. In: ABDEL – AAL, E – S.M. – WOOD, P.J. *Specialty Grains for Food and Feed*, St. Paul, Minnesota : American Association of Cereal Chemistry, Inc., s. 63 – 108. ISBN 1-891127-41-1.
- PAGNOTTA, M.A. 2003: Evaluation of genetic diversity present in tetraploid wheat from Mediterranean basin. In: MARE, C. – FACCIOLI, P. – STANCA, M. (eds) *Eucarpia Cereal Section Meeting*, Italy, s. 39 – 42.
- PIERGIOVANNI, A.R. – LAGHETTI, G. – PERRINO, P. 1996: Characteristics of Meal from Hulled Wheats (*Triticum dicoccon* Schrank and *T. spelta* L.): An Evaluation of Selected Accessions. In: *Cereal Chemistry*, roč. 73, č. 6, s. 732 – 735. ISSN 0009-0352.
- REEDY, M.M. – YENAGI, N.B. – RAO, M. – SRINIVASAN, C.N. – HANCHINAL, R.R. 1998: Grain and gluten quality of some cultivars of wheat species and their suitability for preparation of traditional South Indian sweet products. In: *Journal of Food Science and Technology*, roč. 35, s. 441 – 444. ISSN 0975-8402.
- SCHUMACHER, M. – LINDHAUER, G. 2002: Einkorn and emmer – renaissance of ancient wheats? In: *ICC/IRTAC Cereal Conference*, 9-11 October 2002, Paris, France.
- SLOVÍK, R. – LIBANT, V. 1996: Pôdno - geologické pomery okolia výskumnej bázy VŠP – Dolná Malanta. In: *Agronomická fakulta a vývoj poľnohospodárstva na Slovensku (Sekcia C)*, Zborník z medzinárodnej vedeckej konferencie Nitra : VŠP, s. 122 – 124. ISBN 80-7137-276-5.
- STEHNO, Z. – PAULÍČKOVÁ, I. – BRADOVÁ, J. – KONVALINA, P. – CAPOUCHOVÁ, I. – MAŠKOVÁ, E. – GABROVSKÁ, J. – HOLASOVÁ, M. – FIEDLEROVÁ, V. – WINTEROVÁ, R. – OUHRABKOVÁ, J. – DOTLAČIL, L. 2011: Evaluation of Emmer Wheat Genetic Resources Aimed at Dietary Food Production. In: *Journal of Life Sciences*, roč. 5, s. 207 – 212. ISSN 0024-3205.
- ŠPÁNIK, F. – ŠIŠKA, B. 1996: *Biometeorológia*. Nitra : VES VŠP v Nitre, 168 s. ISBN 80-7137-259-5.
- ŠPÁNIK, F. – REPA, Š. – ŠIŠKA, B. 2002: *Agroklimatické a fenologické pomery Nitry*. Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita. 39 s. ISBN 80-7137-987-5.
- TOBIÁŠOVÁ, E. – ŠIMANSKÝ, V. 2009: *Kvantifikácia pôdnych vlastností a ich vzájomných vzťahov ovplyvnených antropickou činnosťou*. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita. 114 s. ISBN 978-80-552-0196-2.

Adresa autorov:

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

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

**KVALITA NAŽIEK PESTRECA MARIÁNSKEHO
(*SILYBUM MARIANUM* /L./ GAERTN.) PESTOVANÉHO
V AGROEKOLOGICKÝCH PODMIENKACH DOLNEJ MALANTY**
Quality of milk thistle achenes growing in agri-ecological conditions of Dolna Malanta

MIROSLAV HABÁN^{1,2} – DANA LUŠČÁKOVÁ¹ – MARTA HABÁNOVÁ³ – MILAN
MACÁK¹

¹Katedra udržateľného poľnohospodárstva a herbológie, FAPZ SPU v Nitre – ²Katedra farmakognózie a botaniky, FaF UK v Bratislave – ³Katedra výživy ľudí, FAPZ SPU v Nitre

Milk thistle is annual to biennial medicinal plant from the Asteraceae family. Polyfactorial field experiment was established and investigated during the vegetation period of the years 2014–2015. The trial was arranged in one independent block. Plant material (cultivars Silyb, Mirel, Silma) was harvested in the ontogenetic stage the achenes ripening. Milk thistle was integrated to four crop rotation design with following order of crops: common pea – winter wheat – milk thistle – maize.

Key words: *milk thistle, silymarin components, quality*

ÚVOD

V rokoch 2013 až 2015 bol pestrec mariánsky najpestovanejšou liečivou rastlinou v Slovenskej republike (Habán et al., 2015). Pestovateľská plocha v rokoch 2014 a 2015 presiahla výmeru 1000 ha (Ražná et al., 2015). Obsahové látky pestreca účinne pôsobia proti hepatotoxicite (Dewick, 1998), akútnym a chronickým ochoreniam pečene (Trappoliere et al., 2009), v prevencii rakoviny pečene (Nasrabadi et al., 2014) a zaťažení pečene parenchýmu hepatotoxickými látkami, napr. pri nadmernom užívaní liekov (AbouZid, 2012). Účinnou látkou lokalizovanou v nažkách je zmes flavonolignánov (Dixit, 2007), súhrnne označovanou silymarín (Kim et al., 2003), ktorý je zastúpený v množstve 1,5 – 3% (Tůmová, Gallová, 2006). Silymarínový komplex tvorí 50 – 60 % silibinin A a B, 20 % silichristín, 10 % silidianín a 5 % izosilibinin A a B (Nagy et al., 2015). Nažky tiež obsahujú 26 – 28% bielkovín, 25 – 35% oleja, ktorý obsahuje priemerne 55 – 72% kyseliny linolovej, 15 – 20% olejovej a 8 – 14% nasýtených mastných kyselín. Obsah tokoferolu sa pohybuje v rozmedzí 500 až 800 mg/kg (Slavík, Štěpánková, 2004). Na stanovenie obsahu a zloženia silymarínového komplexu v nažkách a v rastlinných prípravkoch vyrobených z pestreca mariánskeho bolo vyvinutých mnoho metód. Najviac sa používajú chromatografia na tenkej vrstve (TLC – Thin layer chromatography), spektrofotometria, vysoko-účinná kvapalinová chromatografia (HPLC – High-performance liquid chromatography), kapilárna zónová elektrofréza (CZE – Capillary zone electrophoresis) a ultra účinná kvapalinová chromatografia (Abouzid, 2012). Z nažiek sa vyrábajú mnohé hepatoprotektívne liečivá a prípravky, napr.: Silimarum, Siliborum, Sibectanum (Minakhmetov et al., 2001), Legalon, Carcil, Silymar (Ryzhov, et al., 2010), Flavobion, Lagosa, Hepabene, Simepar, Anthemis na pečeň (Habán, et al., 2015).

Cieľom experimentu bolo stanoviť obsah jednotlivých zložiek silymarínového komplexu vo vzorkách a určiť najvhodnejšiu odrodu pestreca mariánskeho pre agroekologické podmienky Dolnej Malanty, nachádzajúcej sa v teplej agroklimatickej makrooblasti.

MATERIÁL A METÓDY

Poľné pokusy realizované v rokoch 2014 a 2015 na experimentálnej báze (EXBA) Fakulty agrobiológie a potravinových zdrojov SPU v Nitre v Dolnej Malante (okres Nitra), o výmere 19 ha, v nadmorskej výške 177 až 180 m n. m., ktorá sa nachádza v západnej časti Žitavskej pahorkatiny, ohraničenej riekami Nitra a Žitava a pohorím Tribeč. Je samostatnou jednotkou Podunajskej nížiny (Slovík, Libant, 1996). Pôdnym typom je hnedozem pseudoglejová na sprašových a polygénnych hlinách (Tobiášová, Šimanský, 2009), klasifikovaná ako subtyp hnedozem kultizemná (HMa). Podľa zrnitostného zloženia je to pôda piesočnato – hlinitá. Výmenná pôdna reakcia (pH KCl) na výskumnej báze kolíše v rozmedzí 5,72 – 7,17, resp. 4,76 – 5,56 jednotiek pH (Hanes et al., 1993). V roku 2014 boli hodnoty pH KCl na pokusnej ploche, kde sa pestoval pestrec mariánsky na úrovni 5,50 – 6,01

a v roku 2015 v rozmedzí 5,50 - 5,83. Na základe dlhodobého priemeru atmosférických dejov počasia v rokoch 1961 – 1991 sa lokalita vyznačuje priemerným ročným úhrnom zrážok 532,5 mm, priemernou ročnou teplotou vzduchu 9,8 °C, priemernou ročnou teplotou pôdy 10,8 °C, priemernou relatívnou vlhkosťou vzduchu 74 % a priemernou ročnou sumou globálneho žiarenia 1 251 kWh.m⁻² (Špánik et al., 1996). V rámci agroklimatickej rajonizácie je lokalita zaradená do teplej makrooblasti s teplotnou sumou $t > 10^{\circ}\text{C}$ v rozpätí 3100 – 2400 °C, prevažne teplej oblasti s teplotnou sumou $t > 10^{\circ}\text{C}$ v rozpätí 3000 – 2800 °C, veľmi suchej podoblasti s hodnotou klimatického ukazovateľa zavlažovania v júni až auguste $K_{\text{VI. - VIII.}} = 150$ mm a okrsku prevažne miernej zimy s priemerom absolútnych miním $T_{\text{min}} = -18$ až -21°C (Kurpelová et al., 1975).

Použitie odrody pestreca mariánskeho:

Silyb (Česká republika) – šľachtením zmenený silymarínový komplex tak, že chýba silydianín pri súčasnom zvyšovaní obsahu silybínu na cca 2%. Znamená to, že odroda je použiteľná pre izoláciu čistého silybínu s možným využitím v humánnej a veterinárnej praxi (Spitzová, 1991), Mirel (Česká republika) a Silma (Poľsko) – vhodná na pestovanie na úrodných, hlbokých, výživných pôdach. Priemerná úrodnosť je 2 000 kg.ha⁻¹, priemerný výnos silymarínu 26,5 kg.ha⁻¹ (Andrzejewska et al., 2011).

Poľný pokus bol založený metódou kolmo delených blokov v dvoch opakovaníach a experimentálne pozorovaný v priebehu dvoch vegetačných rokov 2014 a 2015. Rastlinný materiál bol pozberaný v rastovej fenofáze plnej zrelosti nažiek. Zber sa uskutočnil obilným kombajnom. Úroda nažiek (g.m⁻²) bola prepočítaná na úrodu drogy – Silybi mariani fructus (kg.ha⁻¹).

Obsah silymarínového komplexu (g.kg⁻¹) v nažkách pestreca mariánskeho bol dokázaný metódou podľa postupu Indrák, Chytilová (1992) na kvapalinovom chromatografe HPLC Waters Breeze.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Obsah silymarínového komplexu sa v skúmaných vzorkách pohyboval v množstve od 20,72 g.kg⁻¹ (Silyb, rok 2015) do 32,62 g.kg⁻¹ (Silma, rok 2014). Priemerné hodnoty sú uvedené v tabuľke 1.

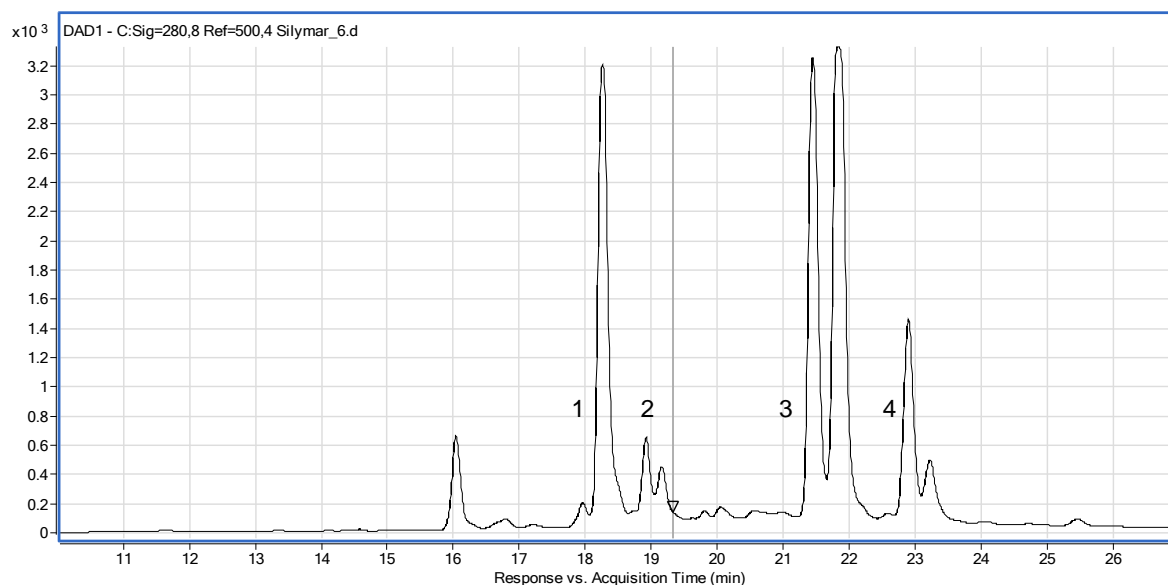
Obsah silybínu A sa pohyboval od 3,53 (Silyb, rok 2015) do 10,54 g.kg⁻¹ (Silma, rok 2015), analogicky bol aj potvrdený obsah silybínu B s priemerným obsahom 8,20 g.kg⁻¹ vo všetkých troch hodnotených odrodách. Priemerný obsah silydianínu predstavoval hodnotu 1,58 g.kg⁻¹ vysušenej drogy, najmenej bol prítomný v odrode Mirel v roku 2015 (0,56 g.kg⁻¹).

Tabuľka 1. Obsah [g.kg⁻¹] jednotlivých zložiek silymarínového komplexu vo vzorkách pestreca mariánskeho z lokality Dolná Malanta (okres Nitra)

Odroda/rok	silichristín	silydianín	silibinín A	silibinín B	izosilibinín A + B	silymarínový komplex
Silyb (2014)	5,21 ± 0,61	2,49 ± 0,41	3,87 ± 0,29	7,38 ± 0,48	3,34 ± 0,22	22,30
Silyb (2015)	4,26 ± 0,34	1,75 ± 0,10	3,53 ± 0,51	6,77 ± 0,64	4,40 ± 1,56	20,72
Mirel (2015)	4,53 ± 0,28	0,56 ± 0,06	10,21 ± 0,59	8,17 ± 0,63	3,76 ± 0,35	27,24
Silma (2015)	4,97 ± 0,62	2,47 ± 0,10	10,54 ± 1,35	9,59 ± 1,94	5,03 ± 1,02	32,62
Priemer	5,36	1,58	7,72	8,20	4,06	25,70

Množstvo a kvalitu silymarínového komplexu v nažkách pestreca mariánskeho hodnotili viacerí autori. Habán et al. (2010) v pokuse prebiehajúcim v rokoch 2006 až 2009 zistili nasledovné koncentrácie silymarínového komplexu g.kg⁻¹: v roku 2006 v intervale od 8,90 do 13,96; rok 2007 od 15,14 do 20,01; rok 2008 od 5,14 do 14,01 a rok 2009 od 4,43 do 5,79. Pestrec mariánsky pestovaný v zemiakarskej výrobnjej oblasti mal hodnoty silymarínu na hnojenom variante 3,24 g.kg⁻¹ v roku 2008 a 18,72 g.kg⁻¹ v roku 2007 (Habán, Šustr, 2009). Nehnojený variant obsahoval 3,50 g.kg⁻¹ silymarínu v roku 2008 a 18,81 g.kg⁻¹ v roku 2007. Andrzejewska et al. (2011) udáva priemernú koncentráciu silymarínu v plodoch pestreca mariánskeho 2,18 %. Rozdiely v produkcii silymarínu je možné odôvodniť rozdielnymi agroekologickými podmienkami a rôznorodosťou odrodového sortimentu. Variabilitu obsahu silymarínového komplexu analyzovali Spitzová a Starý (1985). Tí, v závislosti od

pôvodu osiva, potvrdili geneticky podmienenú premenlivosť jednotlivých zložiek silymarínového komplexu.



Obrázok 1.

Typický chromatogram pre odrodu Silyb (1 – silichristín, 2 – silidianín, 3 – silibinín A, silibinín B, 4 – izosilibinín A+B) [analýza: Kobida, 2015]

ZÁVER

Obsah silymarínového komplexu v nažkách pestreca mariánskeho sa pohyboval v rozmedzí od 20,72 g.kg⁻¹ (Silyb, rok 2015) do 32,62 g.kg⁻¹ (Silma, rok 2014), pričom priemerný obsah bol 25,70 g.kg⁻¹ vysušenej drogy. Všetky tri skúmané odrody sa vyznačovali zníženým obsahom silidianínu, čiže sú vhodné na farmaceutické účely a izoláciu čistého silibínu, resp. silymarínu.

Úvodné dvojročné výsledky pokusov s introdukciou odrôd Mirel a Silma do agroekologických podmienok Dolnej Malanty sú originálne a poskytujú pilotné poznatky o pestovaní dvoch nových odrôd. V tomto roku boli prvýkrát pestované nové odrody českej proveniencie (Mirel) a poľského pôvodu (Silma), pričom porovnávacím štandardom bola československá odroda Silyb pestovaná na Slovensku od roku 1997. Perspektívou možného využitia získaných výsledkov s odrodami pestreca mariánskeho je pre pestovateľskú prax odporúčenie poľskej odrody Silma s najvyšším obsahom silymarínového komplexu spomedzi experimentálne testovaných odrôd v agroekologických podmienkach Dolnej Malanty, nachádzajúcej sa v teplej agroklmatickej makrooblasti. Na základe pilotných výsledkov odporúčame pokračovať vo výskume stanovenia obsahových látok plodov pestreca mariánskeho aj v ďalšom období s cieľom určenia najvýnosnejšej odrody, vhodnej pre získanie chemicky vyrovnaného a odrodovo čistého silymarínového komplexu.

Pod'akovanie: Práca vznikla s finančnou podporou projektu VEGA č. 1/0544/13: Výskum agroenvironmentálnych indikátorov udržateľnosti a produkčnej schopnosti agroekosystému pri diverzifikácii osevného postupu v podmienkach meniacej sa klímy (The research of agro-environmental indicators of sustainability and production capability of agro-ecosystem by diversification of crop rotation pattern in changing climate).

LITERATÚRA

ABOUZID, S. 2012. Silymarin, natural flavonolignans from milk thistle, phytochemicals – A global perspective of their role in nutrition and health. Dostupné na: <http://www.intechopen.com/books/phytochemicals-a-global-perspective-of-their-role-in-nutrition-and-health/silymarin-natural-flavonolignans-from-milk-thistle>

- ANDRZEJEWSKA, J. – SADOWSKA, K. – MIELCAREK, S. 2011. Effect of sowing date and rate on the yield and flavolignan content of the fruits of milk thistle (*Silybum marianum* L. Gaertn.) on light soil in a moderate climate. In *Industrial Crops and Products*, vol. 33, 2011, pp. 462-468. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.indcrop.2010.10.027>
- DEWICK, D. M. 1998. Medicinal Natural Products. A Biosynthetic Approach, John Wiley and Sons, Canada, 465 p. Dostupné na: <https://www.dmt-nexus.me/doc/MedicinalNaturalProducts-ABiosyntheticApproach.pdf>
- DIXIT, N. – BABOOTA, S. – KOHLI, K. – AHMAD, S. – ALI, J. 2007. Silymarin: A review of pharmacological aspects and bioavailability enhancement approaches. In *Indian J Pharmacol*, vol. 39, 2007, pp. 172 – 179.
- HABÁN, M. - HABÁNOVÁ, M. - OTEPKA, P. - KOBIDA, Ľ. 2010. Milk thistle (*Silybum marianum* /L./ Gaertn.) cultivated in polyfunctional crop rotation and its evaluation. In *Research Journal of Agricultural Science*, vol. 42, 2010, No. 1, pp. 111-117.
- HABÁN, M. – ŠUSTR, M. 2009. Hodnotenie úrody a kvality drogy pestreca mariánskeho pestovaného v Zemedar, s. r. o. Poprad – Stráže. In *Sborník príspevků – 15. odborný seminár s medzinárodnou účasťou – Aktuálne aspekty produkcie LAKR*. s. 83 – 90. ISBN 978-80-7375-364-1.
- HABÁN, M. - GRANČAI, D. - LUŠČÁKOVÁ, D. 2015. Zaujímavé a menej známe rastlinné drogy v liekopisoch a farmaceutickom kódexe (7). In *Liečivé rastliny – Léčivé rostliny*, vol. 1, 2015, s. 29 - 30. ISSN 1335-9878.
- HABÁN, M. – LUŠČÁKOVÁ, D. – HABÁNOVÁ, M. – MACÁK, M. – KOBIDOVÁ, R. 2015. Yield potential of milk thistle (*Silybum marianum* /L./ Gaertn.) production in south western Slovakia. In *Acta Fytotechnica et Zootechnica*, vol. 18 (4), pp. 79 - 82. ISSN 1336-9245. DOI: <http://www.fapz.uniag.sk//10.15414/afz.2015.18.04.79-82>
- HANES, J. – MUCHA, V. – SISÁK, P. – SLOVÍK, R. 1993. *Charakteristika hnedozemnej pôdy na výskumno-experimentálnej báze AF VŠP Nitra – Dolná Malanta*. Nitra : VES VŠP, 49 s. ISBN 80-7137-097-5.
- INDRÁK, P. – CHYTILOVÁ, D. 1992. K problematice stanovení silybinu v droze ostropestřece mariánskeho (*Silybum marianum* L. Gaertn.). In *Zahradníctví*, roč. 19., 1992, č. 4, s. 309 - 313.
- MINAKHMETOV, R. A. – ONUCHAK, L. A. – KURKIN, V. A. – AVDEEVA, E. V. – VOLOTSUEVA, A. V. 2001. Analysis of flavonoids in *Silybum marianum* fruit by HPLC. In *Chemistry of Natural Compounds*, vol. 37 (4), pp. 318 – 321. Dostupné na: <http://download.springer.com>
- KIM, N. C. - GRAF, T. N. - SPARACINO, C. M. - WANI, M. E. - WALL, M. E. 2003. complete isolation and characterization of silybins and isosilybins from Milk thistle (*Silybum marianum*). In *Organic Biomolecular chemistry*, vol. 1, pp. 1684 - 1689.
- KURPELOVÁ, M. – COUFAL, L. – ČULÍK, J. 1975. Agroklimatické podmienky ČSSR. Bratislava : Príroda, s. 1 – 245.
- NAGY, M. – MUČAJI, P. – GRANČAI, D. 2015. Farmakognózia. Biologicky aktívne rastlinné metabolity a ich zdroje. Bratislava : Herba, 376 s. ISBN 978-80-89631-45-2.
- NASRABADI, S. E. – GHORBANI, R. – MOGHADDAM, P. R. – MAHALLATI, M. N. 2014. Phenological response of milk thistle (*Silybum marianum* L. Gaertn.) to different nutrition systems. In *Journal of applied Research on medicinal and Aromatic Plants*, vol. 1, 2014, pp. 147 - 151.
- RAŽNÁ, K. – HLAVAČKOVÁ, L. – BEŽO, M. – ŽIAROVSKÁ, J. – HABÁN, M. – SLUKOVÁ, Z. – PERNIŠOVÁ, M. 2015. Application of the RAPD and miRNA markers in the genotyping of *Silybum marianum* (L.) Gaertn. In *Acta fytotechnica et zootechnica*, vol. 18 (4), pp. 83 - 89. ISSN 1336-9245. DOI: 10.15414/afz.2015.18.04.83-89
- RYZHOV, V. M. – KURKIN, V. A. – AVDEEVA, E. V. – LUZHNOV, N. D. 2010. The perspectives of the using of HPLC for the standardization of the hepatoprotective pharmaceutical « silymar ». In *Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии*, vol. 7, pp. 26 - 30. Dostupné na: <http://www.radiotec.ru/catalog.php?cat=jr19&art=9986>
- SLAVÍK, B. – ŠTĚPÁNKOVÁ, J. (Eds.) 2004. Květena České republiky 7. vyd. 1. Praha: Academia, 767 s. ISBN 80-200-1161-7.
- SLOVÍK, R. – LIBANT, V. 1996. Pôdno-geologické pomery okolia výskumnej bázy VŠP – Dolná Malanta. In *Agronomická fakulta a vývoj poľnohospodárstva na Slovensku (Sekcia C)*. Zborník z medz. ved. konferencie, Nitra : VŠP, s. 122 - 124.

- SPITZOVÁ, I. 1991. Kultivar Silyb, nová surovina farmaceutického priemyslu. In *Živa*, roč. 37, č. 3, s. 116 – 117. ISSN 0044-4812
- SPITZOVÁ, I. – STARÝ, F. 1985. Obsah a lokalizace flavonolignanů u ostropestřece mariánskeho (*Silybum marianum* /L./ Gaertn.) v průběhu ontogeneze. In: *Záhradnictví*, roč. 12, 1985, s. 301-307.
- ŠPÁNIK, F. - REPA, Š. - ŠIŠKA, B. 1996. *Klimatické a fenologické pomery Nitry (1961 - 1990)*. Nitra: VES SPU, 62 s.
- TRAPPOLIERE, M. - CALIGIURI, A. - SCHMID, M. - BERTOLANI, C. - FAILLI, P. - VIZZUTTI, F. - NOVO, E. - MANZANO, C. - MARRA, F. - LOGUERCIO, C. - PINZANI, M. 2009. Silybin, a component of silymarin, exerts anti-inflammatory and anti-fibrogenic effects on human hepatic stellate cells. In *Journal of Hepatology*, vol. 50, 2009, pp. 1102 - 1111.
- TOBIÁŠOVÁ, E. – ŠIMANSKÝ, V. 2009. *Kvantifikácia pôdnych vlastností a ich vzájomných vzťahov ovplyvnených antropickou činnosťou*. Nitra : SPU. 2009, 113 s. ISBN 978-80-552-0196-2.
- TŮMOVÁ, L. – GALLOVÁ, K. 2006. Terapeutické účinky *Silybum marianum*. In *Praktické lékařství*, vol. 4, 2006, s. 185 - 187.

PESTOVANIE SIDY OBOJPOHLAVNEJ

Cultivation of Virginia fanpetals

ALŽBETA ŽOFAJOVÁ – KATARÍNA BOJNANSKÁ – MARCELA GUBIŠOVÁ – JOZEF GUBIŠ

Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav rastlinnej výroby

In the field experiment (established in 2013, locality Piešťany) aimed at growing technology of Virginia fanpetals, biomass yield was about 33% lower in 2015 compared to 2014, and the differences between fertilised and unfertilised variants were not significant. Reduction of biomass yield was caused by lack of rain and by high temperatures. In trial designed to vegetative propagation of Virginia fanpetals, we found out a high intraspecific variability mainly for biomass yield per plant in 2015 vegetation.

Key words: *Virginia fanpetals, biomass, technology, vegetative propagation*

ÚVOD

Sida obojpoohlavná bola do Európy introdukovaná ako krmná a priadna plodina, až neskôr sa stala nádejnou energetickou plodinou (Borkowska et al. 2009, Žofajová et al. 2013). Dosahuje vysokú úrodu biomasy vhodného zloženia pre rôzne využitie a má nízke požiadavky na živiny. Sida je veľmi využívaná ako energetická plodina najmä v Poľsku, úroda biomasy na ornej pôde je porovnateľná s *Miscanthus x giganteus*. Doposiaľ nebolo zaznamenané žiadne invázne rozšírenie sidy, čo je spôsobené nízkou klíčivosťou semien a slabou konkurencieschopnosťou semenáčov. Je nádejnou alternatívou ku konvenčným jednoročným energetickým plodinám (Nabel et al. 2016). Prednosťou viacročných energetických plodín je redukcia nákladov na každoročné zakladanie porastov, na druhej strane je znížená schopnosť pestovateľa reagovať na náhle zmeny trhu.

Produkcia rastlinnej biomasy by nemala konkurovať rastlinnej produkcii tradične využívanej pre potravu a pre krmné účely (Voight et al. 2012).

Nakoľko sida je pestovaná najmä pre biomasu, hnojenie N má najvyššiu prioritu. Ust'ak (2008) v metodike pre prax odporúča každoročnú aplikáciu tzv. regeneračného hnojenia na začiatku obrastania a to v dávke 30 až 60 kg N.ha⁻¹. Borkowska et al. (2009) zistili, že hnojenie N neovplyvnilo úrody sidy pestovanej na ľahkých piesočnatých pôdach. V ostatných rokoch digestát z bioplynových staníc je považovaný za vhodnú alternatívu k minerálnym hnojivám pri pestovaní sidy v okrajových pôdach. Potenciál sidy ako energetickej plodiny pestovanej v okrajovej piesočnatej pôde v kombinácii s hnojivom a to digestátom z bioplynovej stanice hodnotili Nabel et al. (2014). Zistili, že optimálnou dávkou digestátu bolo 40 t.ha⁻¹, ktorou sa zabezpečila najvyššia produkciu biomasy. Dávka 240 t.ha⁻¹ mala letálny efekt. Digestát v dávke 5 t.ha⁻¹ nemal žiaden efekt. Pomalé uvoľňovanie N z organickej hmoty by mohlo slúžiť ako dlhodobé pôsobiacie hnojivo a obmedzovať riziko vyplavovania. Použitie digestátu ako hnojiva umožňuje opakovanú aplikáciu živín, ktoré boli odobraté v priebehu zberu. Digestát by mohol prispieť k uzavretiu cyklu živín a urobiť pestovateľský systém nezávislým od energeticky náročnej aplikácie minerálnych hnojív.

Cieľom dlhodobého výskumu je overiť technológiu pestovania sidy obojpoohlavnej v našich podmienkach.

MATERIÁL A METÓDA

V pokuse zameranom na technológiu pestovania sidy obojpoohlavnej založenom v roku 2013 v NPPC – VÚRV Piešťany (do sponu 0,75 x 0,8 m sme vysadili rastliny predpestované z upraveného semena, plocha pokusu 2 áre) sledujeme vplyv hnojenia (60 kg N.ha⁻¹, aplikovaný vo forme liadku amónneho a 20 kg P.ha⁻¹ vo forme superfosfátu) na úrodu nadzemnej biomasy. Hnojivá sú každoročne aplikované vo fáze „koniec tvorby púčikov“ (BBCH rastová fáza 02 podľa Jablonowski et al. (2016)).

Do pokusu je zaradený nehnojený kontrolný variant. Pre pozorovanie rastových fenologických fáz sidy obojpohlavnej používame od roku 2016 štandardný systém kódovania, ktorý publikovali Jablonowski et al. (2016).

V pokuse zameranom na overenie a optimalizovanie vegetatívnych spôsobov rozmnožovania sidy obojpohlavnej sledujeme dva varianty: prvý bol založený vysadením priesad získaných vegetatívnym množením z koreňových odrezkov v roku 2014; v marci 2016 sme zozbierali suchú nadzemnú rastlinnú hmotu a druhý variant pokusu bol založený priamou výsadbou koreňových odrezkov v roku 2015. Prvý zber suchej rastlinnej hmoty bude hodnotený na jar v 2017.

Oba varianty sú vedené v troch opakovaniach. Hodnotili sme počet stoniek, výšku suchej nadzemnej hmoty a hmotnosť suchej hmoty z desiatich rastlín z každého opakovania z prvého variantu.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

V roku založenia pokusu (2013) zameraného na technológiu pestovania sidy obojpohlavnej bola úroda biomasy (prepočítaná na 100 % sušinu) 2 t.ha⁻¹. V roku 2014 (zber 19.3.2015) na hnojenom variante bola úroda biomasy 12,9 t.ha⁻¹ a na nehnojenom variante 9,85 t.ha⁻¹ (tabuľka 2). Hnojenie zvýšilo úrodu biomasy o 30,9 %, pričom rozdiely medzi variantmi boli štatisticky významné. Dosiagnutá úroda sušiny nadzemnej biomasy bola v zhode s výsledkami, ktoré uviedli Borkowska a Molas (2012). Priemerná výška rastlín v zbere bola od 182 do 245 cm, pričom medzi hnojeným a kontrolným variantom sme nepozorovali žiadne rozdiely.

Úroda biomasy sidy obojpohlavnej v roku 2015, (zber 14.3.2016) bola 7,45 t.ha⁻¹ (absolútna sušina), pričom medzi hnojeným a nehnojeným variantom nebol významný rozdiel (tabuľka 2). Zníženie úrody (v priemere o 33 % v porovnaní s úrodou biomasy v roku 2014) spôsobili nižšie zrážky (o 194 mm) a vyššia teplota (o 0,3°C) počas vegetácie sidy obojpohlavnej v roku 2015 v porovnaní s rokom 2014. Zvlášť kritickým z hľadiska zrážok bol júl, kedy padlo len 17,5 mm. Nedostatok zrážok, viac redukoval úrodu biomasy na hnojenom než na nehnojenom variante. Podobne aj Borkowska et al. (2009) zistili, že úroda sidy nebola ovplyvnená rozdielnym množstvom aplikovaného N. K zvýšeniu úrody biomasy prispeli vyššie dávky P. V hodnotených rokoch sme tiež pozorovali rozdielny začiatok fenofáz, najvyššia diferenciacia bola v začiatku tvorby púčikov, ktorý v roku 2015 bol o mesiac neskôr (tabuľka 1), než v roku 2014. Priemerná výška rastlín v zbere bola od 172 do 299 cm, pričom rozdiely medzi variantmi neboli významné.

Prvé výsledky z pokusu (variant 1), v ktorom hodnotíme vegetatívne rozmnožovania sidy uvádzame v tabuľke 3. Podobne ako v pokuse, v ktorom rastliny pre založenie porastu boli získané generatívnym množením (zo semena), aj pri vegetatívnom, významným faktorom ovplyvňujúcim úrodu biomasy je vnútrodrohová variabilita.

Tabuľka 1. Dátumy nástupu vybraných rastových fáz sidy obojpohlavnej v rokoch 2014 a 2015 podľa Jablonowski et al. (2016)

BBCH rastové fázy	Rastová fáza	2014	2015
01	Začiatok tvorby púčikov (na báze rastliny)	26. 3. 2014	24. 4. 2015
51	Viditeľné súkvetie alebo púčiky kvetov	30. 5. 2014	2. 6. 2015
61	Začiatok kvitnutia: 10 % kvetov je otvorených	16. 6. 2014	22. 6. 2015

Tabuľka 2. Úroda nadzemnej biomasy (prepočet na absolútnu sušinu a t.ha⁻¹) sidy obojpohlavnej v rokoch 2014 a 2015

Variant	2014	2015	% (100 % = 2014)	% redukcie
nehnojený	9,85	7,70	78,2	21,8
hnojený	12,90	7,20	55,8	44,2
x	11,38	7,45	65,5	34,5

Tabuľka 3. Vybrané úrodovtné znaky sidy obojpohlavnej hodnotené zo suchej nadzemnej hmoty v 2016 v poraste založenom z vegetatívne množených rastlín

Znak	x	Variačné rozpätie
Počet stoniek / ks	100,7	81 - 113
Výška nadzemnej hmoty / cm	302	270 - 335
Hmotnosť nadzemnej hmoty / kg.rastlina ⁻¹	0,359	0,200 – 0,464

ZÁVER

Sida obojpohlavná je perspektívnou energetickou plodinou pre pestovanie v našich podmienkach. Dosahuje vysokú úrodu biomasy vhodného zloženia pre rôzne využitie a má nízke požiadavky na živiny.

- Úroda biomasy sidy obojpohlavnej v roku 2015 (2. úžitkový rok) bola významne ovplyvnená poveternostnými podmienkami – nedostatkom zrážok a vysokými teplotami.
- Zníženie úrody biomasy bolo v priemere o 33 % v porovnaní s úrodou biomasy v 1. úžitkovom roku, pričom medzi hnojeným a nehnojeným variantom nebol významný rozdiel.
- Prvé výsledky z pokusu (variant 1), v ktorom hodnotíme vegetatívne rozmnožovanie sidy obojpohlavnej naznačili vysokú vnútrodruhovou variabilitu pre úrodu biomasy.

Podakovanie: Práca bola riešená v rámci rezortného projektu výskumu a vývoja „Zdokonalenie pestovateľských systémov pre trvalú udržateľnosť a kvalitu primárnej rastlinnej produkcie zohľadňujúcich zmeny klímy, ochranu životného prostredia a rozvoj vidieka“.

LITERATÚRA

- BORKOWSKA, H., MOLAS, R. 2012: Two extremely different crops, Salix and Sida, as sources of renewable bioenergy. Biomass and bioenergy, 36, 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 Journal of Environmental Studies, 18, 563–568.
- JABLONOWSKI, N. D., KOLLMAN, T., NABEL, M., DAMM, T., KLOSE, H., MÜLLER, M., BLÄSING, M., SEEBOLD, S., KRAFFT, S., KUPERJANS, I., DAHMEN, M., SCHURR, U. 2015: Valorization of Sida (*Sida hermaphrodita*) biomass for multiple energy purposes. GCB Bioenergy (2016), doi: 10.1111/gcbb.12346
- 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.
- NABEL, M., TEMPERTON, V. M., POORTER, H., LÜCKE, A., JABLONOWSKI, N. D. 2016: Energizing marginal soils – The establishment of the energy crop *Sida hermaphrodita* as dependent on digestate fertilization, NPK, and legume intercropping. Biomass and Bioenergy, 87, 9-16.
- USŤAK, S. 2008: Pěstování a využití vlákně oboupohlavné v podmínkách České republiky. Metodika pro praxi. Výzkumný ústav rostlinné výroby, v. v. i. ISBN 978-80-87011-74-4
- VOIGT, T. B., LEE, O. K., KLING, G. J. 2012: Perennial herbaceous crops with potential for biofuel production in the temperate regions of the USA. CAB Reviews, 7, 45–57.
- ŽOFAJOVÁ, A., 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

ZMENY VLHKOSTI PÔDY A ÚRODY ZRNA KUKURICE SIATEJ V ZÁVISLOSTI OD POVETERNOSTNÝCH PODMIENOK, OBRÁBANIA PÔDY V INTERAKCII S HNOJENÍM

Soil humidity and maize grain yield changes according to climatic conditions, soil cultivation in interaction with fertilization

JOZEF ŽEMBERY

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Katedra rastlinnej výroby

The dynamics of soil humidity changes was monitored in the field polyfactorial trial with the grain maize cultivated by the conventional and minimization method. There was the control variant and the variant with placement of stubble remains of forecrop and the application of artificial fertilizers to 7 t/ha. The trial was performed in 2011 – 2013 at the experimental base – Dolná Malanta.

It was found: The favourable balance in the main growth stages between precipitation and temperature, expressed by the values of hydrothermal coefficient (May: 1.20; June: 1.46; July: 1.48) was in 2011. The highest values of soil humidity in both monitored soil depths 0.2 m and 0.4 m were recorded with the interaction of the minimization method of soil cultivation and the control variant of fertilization. The values of soil humidity were reduced by development of the root system and its infiltration to the larger soil depth. The significantly higher yields were recorded with the conventional method of soil cultivation within the all three years, as well as in its average. The placement of stubble remains of forecrop with the application of artificial fertilizers influenced the yields significantly. The significant differences of the yields were recorded among the all monitored years. The most unfavourable month for the maize yield in 2013 was July with precipitation only 2.2 mm and hydrothermal coefficient of 0.032. The high temperature and the water deficit caused drying of the pollen. The maize cobs were undeveloped with low number of grains.

Key words: *maize, fertilization, climatic conditions, corn production*

ÚVOD

Teplota vzduchu limituje životné podmienky organizmov. Podmieňuje a ovplyvňuje také základné životné funkcie rastlín ako sú príjem živín, transpirácia, fotosyntéza, dýchanie. V komplexe účinkov podmieňuje fenologické prejavy rastlín a živočíchov. Extrémy v teplotách vzduchu ovplyvňujú dynamiku fyziologických procesov rastlín (Šiška a Čimo, 2006). Základnou charakteristikou obsahu vody v pôde je jej vlhkosť. Vlhkosť determinuje objem vody vyskytujúci sa v pôde, t.j. je charakteristikou retencie vody v čase a priestore (Šútor et al., 1995). Zo všetkých abiotických faktorov, ktoré obmedzujú rast a produktivitu rastlinných spoločenstiev je na prvom mieste v bezzávlahových podmienkach nedostatok vody. Vzhľadom k zložitým vzťahom medzi množstvom vody v rastline a v okolitom prostredí vrátane pôdy nie je možné zaviesť jednoduché kritérium, podľa ktorého by bolo možné objektívne hodnotiť, ako veľkému stresu z nedostatku vody je rastlina vystavená (Procházka et al., 1999).

Problematikou vzťahu pôdna vlhkosť a úroda zrna jačmeňa jarného sa zaoberali Illéš et al. (2011) a zistili, že vyššie hodnoty pôdnej vlhkosti boli na konvenčnom spôsobe obrábania pôdy. Úrody medzi konvenčným a minimalizačným spôsobom obrábania pôdy neboli štatisticky preukazné. Žembery a Illéš (2013) hodnotili dynamiku zmien pôdnej vlhkosti v kukurici siatej na zrno v roku 2011 a zistili, že v hĺbke 0,4 m do začiatku júna mala stúpajúcu tendenciu. V období intenzívneho rastu sa zvyšovala spotreba vody porastom, čo sa prejavilo na nižších hodnotách pôdnej vlhkosti, hlavne v hĺbke 0,2 m. Od polovice júna do konca II. dekády júla v hĺbke 0,2 m sa obsah vody blížil k bodu vädnutia. Zrovnateľné výsledky hodnotenia pôdnej vlhkosti sú v publikácii Candráková et al. (2015).

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 et al., 2000).

Zo sledovania vplyvu termodynamických podmienok na úrodovné prvky a tvorbu úrody kukurice na zrno v rokoch 2001-2003 vyplýva, že chladný charakter počasia s prebytkom vlhky v pôde nepriaznivo vplyva na rovnomernosť klíčenia a vzhádzania (Žembery et al., 2005). Žembery a Bušo (2010) v hodnotenom období rokov 2003-2006 sledovali vplyv hnojenia a poveternostných podmienok na úrodu zrna kukurice siatej. Najvyššie úrody zrna dosiahli pri vyrovnanej bilancii medzi úhrnom zrážok a teplotami počas vegetačného obdobia.

Cieľom príspevku bolo zhodnotiť zmeny vlhkosti pôdy a úrody zrna kukurice siatej v závislosti od poveternostných podmienok, obrábania pôdy v interakcii s hnojením.

MATERIÁL A METÓDY

Poľný polyfaktorový pokus bol založený v rokoch 2011-2013 na Experimentálnej báze FAPZ SPU v Nitre – Dolná Malanta. Geograficky sa územie nachádza v západnej časti Žitavskej pahorkatiny, má rovinatý charakter s nadmorskou výškou 175 m n m. Súradnice 48°19's.z.š. a 18°09'v.z.d. Pôdny typ je hnedozem na prolúviálnych zasprašovaných sedimentoch, subtyp hnedozem kultizemná (HMa) (Tobiašová a Šimanský, 2009).

Územie patrí do agroklimatickej oblasti veľmi teplej so sumou priemerných denných teplôt vzduchu ($TS \geq 10 \text{ }^\circ\text{C}$) za hlavné vegetačné obdobie 3 000°C a viac. Agroklimatická podoblasť je veľmi suchá s ukazovateľom zavlaženia v letných mesiacoch ($K_{VI - VIII} = 150 \text{ mm}$), čo zaraďuje stanovište k najsuchším (Špánik et al., 2000).

Hydrotermický koeficient (H_k) bol vypočítaný podľa vzťahu:

$$H_k = \frac{\sum z}{0,1 \cdot \sum t}$$

H_k - hydrotermický koeficient v intervale (mesiac vegetácie),

$\sum z$ - úhrn zrážok v sledovanom intervale (mm),

0,1 - koeficient prepočtu,

$\sum t$ - suma priemerných denných teplôt vzduchu v sledovanom intervale ($^\circ\text{C}$).

V pokuse bol použitý stredne skorý hybrid NK Thermo (FAO 370), typ zrna dent. Pokus bol založený metódou dlhých pásov s kolmo delenými blokmi. Spôsoby základného obrábania pôdy: O1 – konvenčné obrábanie pôdy (stredne hlboká orba 0,20 – 0,25 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), H3 – pozberové zvyšky predplodiny a hnojenie priemyselnými hnojivami. Predplodinou kukurice siatej na zrno bol hrach siaty + medziplodina horčica biela. Termíny sejby boli 18.4.2011; 18.4.2012; 24.4.2013, odbery vzoriek na mechanické analýzy boli 9.9.2011; 12.9.2012; 25.9.2013. Výsledky sú vyhodnotené s použitím štatistického programového balíka Statgraphics analýzou rozptylu, LSD-testom na 0,5 % hladine významnosti.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

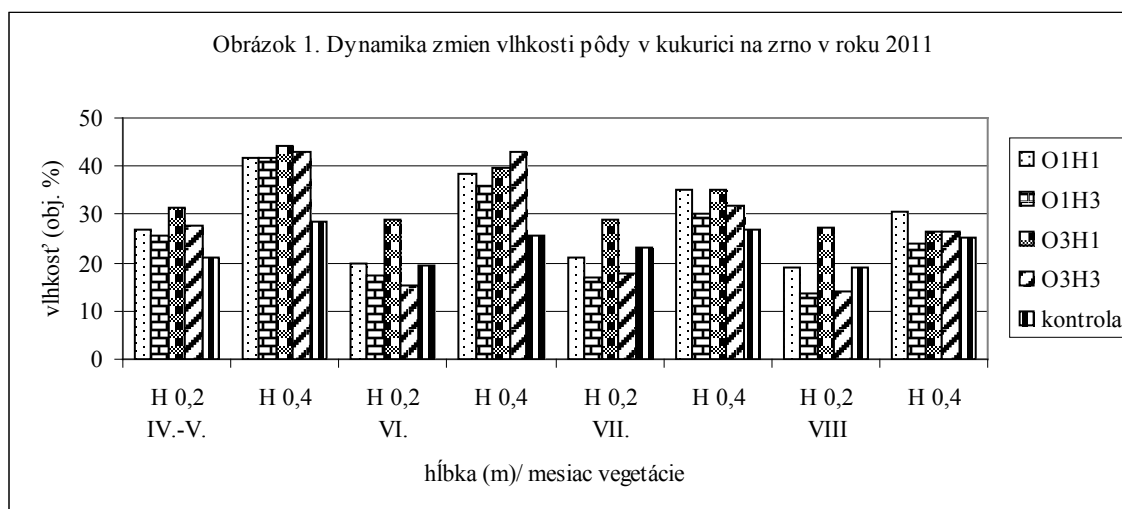
Z hľadiska teplotných a zrážkových pomerov v pestovateľskom ročníku 2011 bol mesiac apríl veľmi suchý, s úhrnom zrážok 15,5 mm, máj normálny. Mesiac jún vlhký a teplý. Mesiac júl je charakterizovaný ako teplotne normálny a vlhkostne veľmi vlhký. August bol teplý a suchý a september mimoriadne suchý a veľmi teplý.

Tabuľka 1. Hydrotermický koeficient v ročníkoch s minimálnou a maximálnou úrodou kukurice siatej na zrno

Činiteľ	Mesiace vegetácie						Suma za veget.	Úroda t.ha ⁻¹	Rok
	IV	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.			
Σt (°C)	187,6	490,7	594,1	610,8	649,2	176,8	2709,1	10,46	2011
Σz (mm)	15,5	59	87,1	90,5	36,4	10,9	299,4		
Hk	0,826	1,202	1,466	1,481	0,561	0,617			
Σt (°C)	127,3	467,7	556,1	689,6	647,5	355,8	2875,3	5,83	2013
Σz (mm)	0,2	65,6	54,8	2,2	70,0	60,8	276,4		
Hk	0,016	1,403	0,985	0,032	1,081	1,709			

Z tabuľky 1 vyplýva, že v ročníku 2011 (ročník s najvyššou priemernou úrodou kukurice 10,46 t.ha⁻¹ za hodnotené obdobie 2011-2013) bola v rozhodujúcich rastových fázach priaznivá bilancia medzi zrážkami a teplotami, čo je vyjadrené hodnotami hydrotermického koeficientu (máj 1,20, jún 1,46, júl 1,48). Z prác Kurpelovej (1983) a Špánika et al. (2000) vyplýva, že hydrotermický koeficient možno považovať za dostatočne reprezentatívny ukazovateľ pre stanovenie teplotného a vlhového zabezpečenia plodín.

V hodnotenom pestovateľskom ročníku sme najvyššie hodnoty pôdnej vlhkosti v obidvoch sledovaných hĺbkach 0,2 a 0,4 m zaznamenali pri interakcii minimalizačného obrábania pôdy (O3) s kontrolným variantom. V hĺbke 0,2 m sa hodnoty pohybovali od 31,5 obj. % v mesiacoch apríl - máj do 27,3 obj. % v auguste. V hĺbke 0,4 m boli hodnoty pôdnej vlhkosti od 44,2 obj. % (začiatkom vegetácie) do 26,5 obj. % v auguste.



Väčší odber vody vyjadrený nižšími hodnotami pôdnej vlhkosti sme v hĺbke 0,2 m zistili pri konvenčnom aj minimalizačnom obrábaní pôdy (O1 a O3) v interakcii so zaorávkou pozberových zvyškov predplodiny a hnojením priemyselnými hnojivami (H3). V hĺbke 0,4 m boli na začiatku vegetácie hodnoty na obidvoch spôsoboch obrábania pôdy a hnojenia v rozpätí 41,8 obj. %, až 44,2 obj. % (Obrázok 1). Rozvojom koreňovej sústavy a jej prenikaním do väčšej hĺbky sa redukujú aj hodnoty pôdnej vlhkosti od 24,1 obj. % (O1H3) do 30,5 obj. % (O1H1).

Tabuľka 2. Úrody zrna kukurice v hodnotenom období rokov 2011 -2013

Obrábanie pôdy	Hnojenie	2011	2012	2013	2011-13
		Úroda zrna t.ha ⁻¹			
O1	H1	10,37	8,65	5,63	8,21
	H3	11,91	9,34	6,59	9,28
	\bar{x}	11,14	8,99	6,11	8,75
O3	H1	9,74	7,26	4,87	7,29
	H3	9,84	8,45	6,23	8,17
	\bar{x}	9,79	7,86	5,55	7,73
\bar{x}	\bar{x}	10,46	8,43	5,83	8,24

Najvyššia úroda 11,91 t.ha⁻¹ bola pri interakcii O1H3. Vo všetkých troch hodnotených rokoch, ako aj v priemere rokov, boli vyššie úrody pri konvenčnom obrábaní pôdy ako pri minimalizačnom. Zaorávka pozberových zvyškov predplodiny s aplikáciou priemyselných hnojív pozitívne vplývala na dosiahnuté úrody (Tabuľka 2).

Tabuľka 3. Analýza rozptylu na úrodu kukurice satej na zrno v priemere rokov 2011-2013

Zdroj premenlivosti	Suma štvorcov	Stupeň voľnosti	Priemerný štvorec	F-vypočítané	Preukaznosť
Obrábanie-A	9,31267	1	9,31267	8,031	0,0120 +
Hnojenie-B	8,55562	1	8,55562	7,378	0,0153 +
Ročník -C	129,47091	2	64,73545	55,828	0,0000 ++
Opakovanie -D	3,41811	2	1,70905	1,474	0,2585 -

Z analýzy rozptylu vyplýva štatisticky preukazný vplyv obrábania pôdy a hnojenia a štatisticky vysoko preukazný vplyv ročníka na úrodu kukurice satej na zrno (Tabuľka 3).

Tabuľka 4. Viacfaktorová analýza rozptylu obrábania pôdy na úrodu kukurice satej na zrno

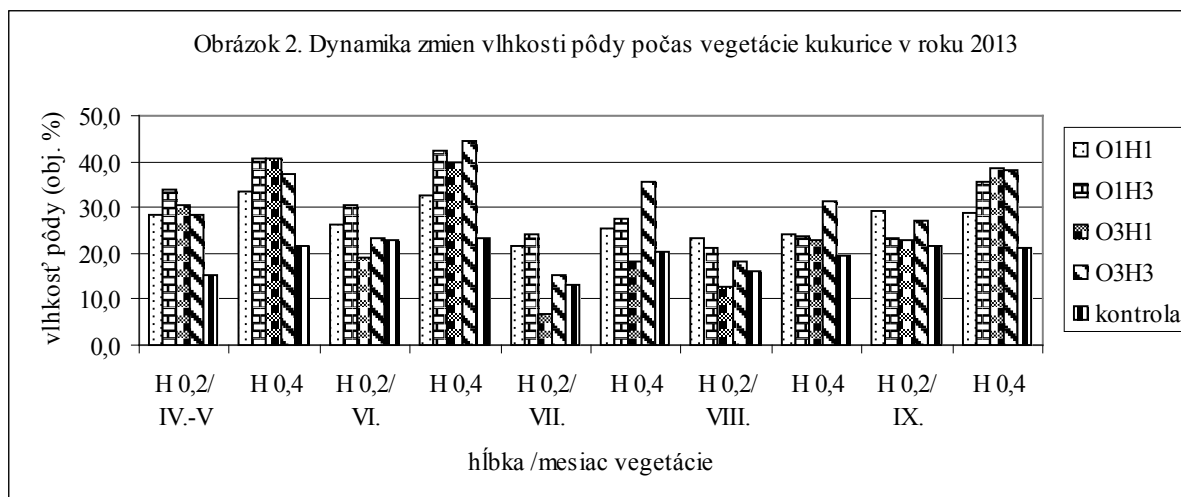
Obrábanie pôdy	Úroda zrna t.ha ⁻¹	Obrábanie pôdy	Rozdiel t.ha ⁻¹	Hd 0,05
O1	8,74	O1-O3	1,01	0,76145 *
O3	7,73			

Viacfaktorovou analýzou rozptylu bol potvrdený štatisticky preukazný rozdiel medzi konvenčným a minimalizačným obrábaním pôdy v prospech konvenčného obrábania pôdy.

Tabuľka 5. Viacfaktorová analýza rozptylu hnojenia na úrodu kukurice satej na zrno

Hnojenie	Úroda zrna t.ha ⁻¹	Hnojenie	Rozdiel t.ha ⁻¹	Hd 0,05
H1	7,75	H1-H3	-0,98	0,76145 *
H3	8,73			

V priemere troch rokov bola štatisticky preukazne vyššia úroda na variante so zaorávkou pozberových zvyškov predplodiny a aplikáciou priemyselných hnojív (Tabuľka 5).



Tabuľka 6. Viacfaktorová analýza rozptylu ročníka na úrodu kukurice siatej na zrno

Ročník	Úroda zrna t.ha ⁻¹	Hnojenie	Rozdiel t.ha ⁻¹	Hd 0,05
2011	10,46	11-12	2,04	1,13497 *
2012	8,42	11-13	4,63	1,13497 *
2013	5,83	12-13	2,59	1,13497 *

Štatisticky preukazné rozdiely v úrodách boli medzi všetkými sledovanými ročníkmi (Tabuľka 6).

V ročníku 2013 je celý mesiac apríl charakterizovaný ako suchý a teplý. V tretej dekáde apríla, kedy bola vysievaná kukurica, úhrn zrážok dosiahol len 0,2 mm so sumou teplôt 127,3, čo vo vyjadrení hydrotermickým koeficientom znamená hodnotu 0,016. Mesiac máj a jún sú charakterizované ako teplotne, tak aj zrážkovo normálne, ale s nerovnomerným rozložením zrážok (Tabuľka 1). Zrážky a teploty pôsobia nielen svojim množstvom, ale hlavne rozdelením v priebehu vegetácie (Špánik et al. 2000). Po sejbe a začiatkom vegetácie hodnoty pôdnej vlhkosti v hĺbke 0,2 m boli od 28,5 obj. % (O3H3), resp. 28,6 obj. % (O1H1) do 34,0 obj. % (O1H3) a v hĺbke 0,4 m od 33,3 obj. % (O1H1) do 40,6 obj. % (O1H3). Ako kontrolný variant na meranie pôdnej vlhkosti vo všetkých rokoch pokusu slúžil trvalý trávny porast, kde trubice boli osadené natrvalo. Najkritickejší mesiac pre kukuricu bol mesiac júl s úhrnom zrážok len 2,2 mm, so sumou teplôt 689,6 °C a hydrotermickým koeficientom 0,032. Podľa Karabínovej et al. (2001) je druhé kritické obdobie na vodu koncom steblovania a v čase metania. Začiatkom mesiaca júl porast kukurice metal, v priebehu júla kvitol. Vysoké teploty s nedostatkom vody spôsobili zaschnutie peľu. Šúľky boli nevyvinuté, so zlým ozrnením. Pôdna vlhkosť dosiahla hranicu bodu vädnutia kukurice 6,8 obj. %, resp. 15,3 obj. % pri minimalizačnom obrábaní pôdy. Veľmi významne sa deficit vody prejavil aj v TTP s hodnotou 13,3 za mesiac júl (Obrázok 2). Počas III. dekády augusta napršalo 54,2 mm a za I. a II. dekádu septembra bol úhrn zrážok 59,6 mm. Na obrázku 2 je vidieť, že sa zvýšili hodnoty pôdnej vlhkosti v oboch sledovaných hĺbkach. Táto voda už nemohla ovplyvniť úrodu, nakoľko o výške úrody už bolo rozhodnuté, ale negatívne vplývala na kvalitu produkcie, pretože šúľky boli napadnuté fuzariózami.

ZÁVERY

V polyfaktorovom poľnom pokuse s kukuricou siatou na zrno v rokoch 2011-2013 na EXBA Dolná Malanta, súradnice 48°19's.z.š. a 18°09'v.z.d. sme sledovali dynamiku zmien vlhkosti pôdy pri konvenčnom a minimalizačnom spôsobe obrábania pôdy na kontrolnom variante a variante s aplikáciou priemyselných hnojív na 7 t.ha⁻¹ + pozberové zvyšky predplodiny.

Zistili sme, že v ročníku 2011 (ročník s najvyššou priemernou úrodou kukurice 10,46 t.ha⁻¹ za hodnotené obdobie 2011-2013) bola v rozhodujúcich rastových fázach priaznivá bilancia medzi zrážkami a teplotami, čo je vyjadrené hodnotami hydrotermického koeficientu (máj 1,20, jún 1,46, júl

1,48). V hodnotenom pestovateľskom ročníku sme najvyššie hodnoty pôdnej vlhkosti v obidvoch sledovaných hĺbkach 0,2 a 0,4 m zaznamenali pri interakcii minimalizačného obrábania pôdy (O3) s kontrolným variantom hnojenia. Väčší odber vody vyjadrený nižšími hodnotami pôdnej vlhkosti sme v hĺbke 0,2 m zistili pri konvenčnom aj minimalizačnom obrábaní pôdy (O1 a O3) v interakcii so zaorávkou pozberových zvyškov predplodiny a hnojením priemyselnými hnojivami (H3). Rozvojom koreňovej sústavy a jej prenikaním do väčšej hĺbky sa redukovali hodnoty pôdnej vlhkosti. Vo všetkých troch ročníkoch, ako aj v priemere troch rokov boli štatisticky preukazne vyššie úrody pri konvenčnom obrábaní pôdy ako pri minimalizačnom. Zaorávka pozberových zvyškov predplodiny s aplikáciou priemyselných hnojív štatisticky preukazne vplývala na dosiahnuté úrody. Štatisticky preukazné rozdiely v úrodách boli medzi všetkými sledovanými ročníkmi. V ročníku 2013 najkritickejší mesiac pre kukuricu bol mesiac júl s úhrnom zrážok len 2,2 mm, so sumou teplôt 689,6 °C a hydrotermickým koeficientom 0,032. Vysoké teploty s nedostatkom vody spôsobili zaschnutie peľu. Šúľky boli nevyvinuté a zle ozrnené.

Pod'akovanie: Príspevok vznikol za podpory grantového projektu VEGA 1/0820/15 Udržateľný systém hospodárenia na pôde s cieľom dosiahnutia vysokých a kvalitných úrod plodín zaradených vo vyváženom oševnom postupe za použitia vybraných intenzifikačných opatrení.

LITERATÚRA

- CANDRÁKOVÁ, E. - HANÁČKOVÁ, E. - ŽEMBERY, J. - ILLÉŠ, L. - ONDRIŠÍK, P. - URMINSKÁ, J. 2015: Pestovanie poľných plodín vo vyváženom oševnom postupe. In Vedecká monografia Nitra : SPU 2015. 145s. ISBN 978-80-552-1352-1.
- ILLÉŠ, L. – ŽEMBERY, J. – KUPECSEK, A. 2011: Vplyv biotických a abiotických faktorov na úrodu zrna jačmeňa jarného. In: Sborník recenzov. príspevků „Vliv abiotických a biotických stresorů na vlastnosti rostlin 2011“. VÚRV : Praha, 2011, s. 199-204, ISBN 978-80-7427-068-0
- KARABÍNOVÁ, M. - MOLNÁROVÁ, J. - ŽEMBERY, J. 2001: Pestovanie kukurice, ciroku, prosa a pohánky. Vydal Kurier plus reklama 2001, 91s. ISBN 80-88843-23-5.
- KURPELOVÁ, M. 1983: Agroklimatické podmienky pestovania a úrody obilnín na Slovensku. In: Zborník prác SHMÚ 22, Alfa, Bratislava, 1983, s. 53 – 71.
- PROCHÁZKA, S. a kol. 1999: Fyziológia rastlín, Vydala Academia 1999, 484 s. ISBN 8020005862
- ŠIŠKA, B. - ČIMO, J. 2006: Klimatická charakteristika rokov 2004 a 2005 v Nitre. SPU : Nitra, č.14, 2006, 50s.
- ŠPÁNIK, F. - ŠIŠKA, B. - TOMLAIN, J. - REPA, Š. 2000: Ukazovatele agroklimatickej rajonizácie poľnohospodárskej výroby na Slovensku v podmienkach klimatickej zmeny. Štúdiá SBKS SAV XVII. roč.15, Bratislava, Nitra, 2000, 54 s. ISBN 80 – 7137 – 885 – 0
- ŠÚTOR, J.- MATI, R.- IVANČO, J.- GOMBOŠ, M.- KUPČO, M.- ŠŤASTNÝ, P. 1995: Hydrológia Východoslovenskej nížiny. Michalovce: Media Group, 1995, s. 298-302.
- TOBIAŠOVÁ, E. – ŠIMANSKÝ, V. 2009: Kvantifikácia pôdnych vlastností a ich vzájomných vzťahov ovplyvnených antropickou činnosťou. SPU : Nitra, 2009 s. 39-41, ISBN 978-80-552-0196-2.
- ŽEMBERY, J.- LÍŠKA, E. – BUŠO, R. – POSPIŠIL, R. 2005: Teplotné a vlhové podmienky pre tvorbu úrody kukurice satej na zrno. In: Agriculture, 2005 roč. 51, č.12, s. 81-84, ISSN 0551-3677.
- ŽEMBERY, J. – BUŠO, R. 2010: Vplyv hnojenia a poveternostných podmienok na produkciu zrna kukurice satej. In: Acta fytotechnica et zootechnica, roč.13, 2010. č.4, s.110-113 ISSN 1335 – 258X.
- ŽEMBERY, J. - ILLÉŠ, L. 2013: Dynamika zmien vlhkosti pôdy pri rôznom spôsobe obrábania pôdy v kukurici na zrno v roku 2011. In: Pestovateľské technológie v podmienkach klimatickej zmeny. SPU: Nitra s.98-105 ISBN 978-80-552-1108-4

Adresa autora: Ing. Jozef Žembery, PhD., Katedra rastlinnej výroby – FAPZ, SPU Nitra, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail: Jozef.Zembery@uniag.sk

ZÁSoba VODY V PÔDNOM PROFILE PRI ROZDIELNOM OBRÁBANÍ

The water storage in soil profile at its different tillage

DANA KOTOROVÁ¹ – LADISLAV KOVÁČ¹ – JANA JAKUBOVÁ¹

¹Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav agroekológie Michalovce

The aim of this contribution was to compare development of water storage during vegetation season in profile of clay-loamy Gleyic Fluvisol of the East Slovak Lowland at its different cultivation. Conventional tillage and no-tillage practises were examined. Soil samples for the determination of water storage were taken from profile 0.0 – 0.3 m, respectively 0.0 – 0.8 m from both tillage variants. Obtained water content values were recounted at maximum water content on percentage of field water capacity (θ_{PK}), at average water content on percentage of threshold point (θ_{ZD}), at minimum water content on percentage of wilting point (θ_V). From point of view of sum of precipitation, vegetation seasons of years 2011, 2012 and 2013 were normal and rainfall reached 85.6 – 112.1 % of long-time normal. Vegetation season of year 2014 was wet and rainfall reached till 122.1 % of long-time normal, but in year 2015 it was dry and rainfall reached only 65.2 % of long-time normal. Concrete course of weather conditions of experimental year had impact on maximum, average and minimum water storage in valued of soil profile of clay-loamy soil of Gleyic Fluvisol. The values of maximum, average and minimum of soil water storage for both soil profile were generally higher at conventional tillage in compare with no-tillage. Year 2014, with wet vegetation season, significantly effects the observed soil water storage characteristics of soil profiles and values were higher than moistures of field water capacity, point of decreased availability and wilting point. Knowledge of water storage development in soil profile is important share to optimization of field plants production process under climate change.

Key words: soil water storage, clay-loamy soil, different tillage of soil

ÚVOD

Východoslovenská nížina (VSN) je významnou poľnohospodárskou oblasťou Slovenska. Pôdy sa vyznačujú vysokým obsahom ílovitých častíc v celom profile, výraznou horizontálnou i vertikálnou heterogenitou pôdneho profilu, striedaním pôdnych druhov na krátkych vzdialenostiach a špecifickým priebehom počasia (Vilček, 2005). Pôdy v tejto oblasti vznikali a vyvíjali sa glejovým pôdotvorným procesom a preto až 65 % z výmery poľnohospodárskej pôdy tvoria ťažké fluvizeme glejové, čiernice glejové, pseudogleje glejové a gleje (Mati et al., 2007).

Pre optimálny priebeh produkčného procesu poľnohospodárskych plodín je zásoba vody v pôde jediným reálnym zdrojom vody. Vzťah medzi rastlinou a vlhkosťou pôdy sa najčastejšie charakterizuje hydrolimitmi, ktoré sú podľa viacerých autorov (Šútor, Štekauerová 2000; Skalová, Štekauerová 2011) vyjadrené charakteristickými vlhkosťami pôdy, ako sú poľná vodná kapacita (θ_{PK} -pF = 2,3), bod zníženej dostupnosti (θ_{ZD} -pF = 3,3) a bod vädnutia (θ_V -pF = 4,18). Pre päť charakteristických pôdnych druhov na VSN a jednotlivé pôdne horizonty Šútor et al. (1995) uvádzajú hodnoty objemovej vlhkosti zodpovedajúce vyššie uvedeným hydrolimitom vyjadreným vlhkosťným potenciálom.

Obrábanie pôdy je jedným zo základných prvkov technologických systémov pestovania poľnohospodárskych plodín na ornej pôde. Obrábaním pôdy možno veľmi podstatne meniť aj vlhkosťné a teplotné pomery v pôde. Hodnotením zásob vody v pôde s využitím hydrolimitov pre pôdy Východoslovenskej nížiny sa venovali napr. Mati et al. (2008), či Kotorová et al. (2010). Pavelková – Mati (2008) za roky 1998 – 2005 v podmienkach VSN zaznamenali na ťažkej ílovito-hlinitej fluvizemi glejovej priemernú zásobu pôdnej vody nižšiu ako je úroveň bodu zníženej dostupnosti a hodnoty ľahko prístupnej pôdnej vody boli záporné. Mati et al. (2011) zistili závislosť aktuálnej evapotranspirácie od zásob vody v pôde, a tak výskyt suchých období v nížinných oblastiach Slovenska a s tým súvisiace pôdne sucha je limitujúcim faktorom rastlinnej výroby vrátane hlavných poľných plodín. Časový vývoj zásoby pôdnej vody poukazuje na potrebu optimalizovania vodného režimu pôdy. V prípade intenzívneho využívania pôdy podmienkou jeho optimalizácie bude

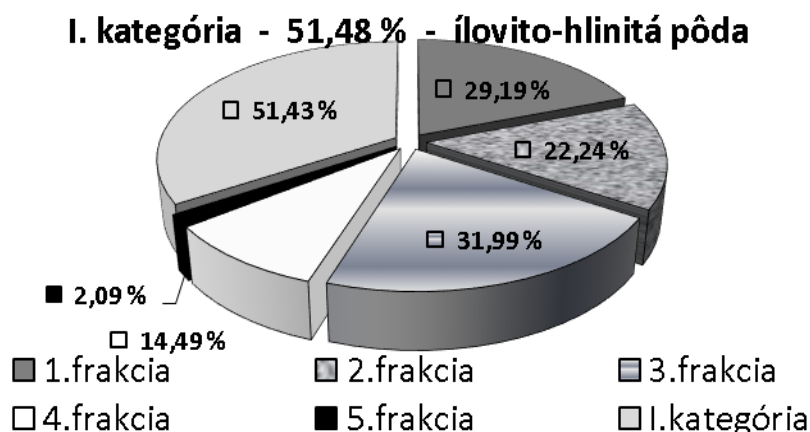
s najväčšou pravdepodobnosťou doplnková závlaha. Kováč et al. (2010) hodnotili vplyv rozdielnych spôsobov obrábania pôdy na jej vlhkosť a zistili, že pôdoochranné systémy obrábania pôdy ovplyvňujú bilanciu pôdnej vody v pôde najmä tým, že redukovujú zhutnenie pôdy. Ochranné obrábanie redukuje evapotranspiráciu a zachováva viac vlhky na využitie rastlinami v skorých fázach vegetácie pred úplným zapojením porastu.

Cieľom práce bolo zhodnotiť vývoj zásoby vody v pôdnom profile ílovito-hlinitých pôd pri konvenčnom a pôdoochrannom obrábaní.

MATERIÁL A METÓDY

V Milhostove sa nachádza Experimentálne pracovisko NPPC – Výskumného ústavu agroekológie Michalovce. Lokalita je situovaná do centrálnej časti Východoslovenskej nížiny (VSN) a podľa Linkeša et al. (1996) ju možno zaradiť do klimatického regiónu T3, ktorý je teplý, veľmi suchý, nížinný, kontinentálny.

V rokoch 2009 – 2015 sa v poľnom stacionárnom pokuse na tomto experimentálnom pracovisku realizoval výskum vplyvu rozdielneho obrábania pôdy na zásobu vody v profile fluvizeme glejovej (FM_G). Fluvizem glejová v Milhostove je charakterizovaná ako ťažká, ílovito-hlinitá pôda, s priemerným obsahom ílovitých častíc nad 53 %. Ornica sa vyznačuje hrudkovitou štruktúrou s vysokou pútačou schopnosťou. Je ťažko priepustná v celom profile. V pôdnom profile v hĺbke 0,7 – 0,8 m sa nachádza tmavosivý až žltosivý íl. Vysoký obsah ílovitých častíc významne ovplyvňuje jej agronomické vlastnosti i obrábanie. Sledovanie zásoby vody v profile fluvizeme glejovej sa uskutočnilo na I. parcele. Priemerný obsah ílovitých častíc 51,48 % podľa Zaujeca a kol. (2009) klasifikuje pôdu na I. parcele ako ílovito-hlinitú (obrázok 1.).



Obrázok 1. Priemerné zrnitostné zloženie I. parcely

Sumy zrážok a priemerné teploty vzduchu boli porovnávané s dlhodobým normálom (DN) rokov 1961 – 1990, tak ako to uvádzajú Mikulová et al. (2008). Pre hodnotenie priemerných teplôt vzduchu a sumy zrážok vo vegetačných obdobiach sledovaných rokov sa použila stupnica podľa Kožnarovej a Klabzubu (2002).

Odber pôdnych vzoriek pre zistenie zmien v obsahu pôdnej vody bol realizovaný vo vegetačnom období v približne dvojtýždňových intervaloch do hĺbky 0,8 m vo vrstvách 0,1 m. Vzorky sa odoberali z dvoch variantov obrábania, a to z variantu s konvenčnou agrotechnikou (KA), ktorá je spojená s tradičnou orbou a z variantu s priamou sejbou bez orby (BO).

Vlhkosť pôdy sa stanovovala gravimetrickou metódou (Hrivňáková et al. 2011). Objemová vlhkosť pôdy (θ) sa stanovila vynásobením hmotnostnej vlhkosti (W) objemovou hmotnosťou suchej pôdy (ρ_d) zistenou pre príslušné vrstvy pôdneho profilu (0,0 – 0,8 m) podľa vzťahu:

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

Zásoba vody v pôdnom profile FM_G sa hodnotila z pohľadu maximálnej, priemernej a minimálnej zásoby vody v pôde. Maximálna zásoba pôdnej vody (W_{\max}) je najvyššia nameraná

zásoba pôdnej vody v konkrétnom pôdnom profile (0,0 – 0,3 m, resp. 0,0 – 0,8 m) vo vegetačnom období daného roka bez ohľadu na termín dosiahnutia. Minimálna zásoba pôdnej vody (W_{\min}) je najnižšia nameraná zásoba pôdnej vody za podmienok uvedených pri W_{\max} . Priemerná zásoba pôdnej vody (W_{θ}) je aritmetickým priemerom nameraných zásob pôdnej vody z jednotlivých odberov pre príslušný pôdny profil vo vegetačnom období daného roka.

Namerané hodnoty zásoby pôdnej vody boli prepočítané, tak ako to uvádzajú Mati et al. (2007), pri maximálnej zásobe pôdnej vody na percentá vlhkosti poľnej vodnej kapacity (θ_{PK}), pri priemernej zásobe pôdnej vody na percentá vlhkosti bodu zníženej dostupnosti (θ_{ZD}) a pri minimálnej zásobe pôdnej vody na percentá vlhkosti bodu vädnutia (θ_V).

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Pre Východoslovenskú nížinu je charakteristické nerovnomerné časové rozdelenie zrážok a extrémny priebeh teplôt vzduchu spojený s dlhšie trvajúcimi obdobiami sucha, alebo naopak dažďov. Zásoba vody úzko súvisí aj s dažďovými zrážkami. Sumy zrážok počas vegetačného obdobia v pokusných rokoch 2011 – 2015 sú uvedené v tabuľke 1.

Tabuľka 1. Sumy zrážok v Milhostove počas vegetačného obdobia [mm]

Mesiac	DN	2011			2012			2013			2014			2015		
		mm	% DN	hodn.	mm	% DN	hodn.	mm	% DN	hodn.	mm	% DN	hodn.	mm	% DN	hodn.
IV.	41	14	34,1	VS	33	80,5	N	41	100,0	N	46	122,2	N	6	14,6	VS
V.	57	46	80,7	N	32	56,1	S	82	143,9	V	76	133,3	V	53	93,0	N
VI.	70	112	160,0	V	60	85,7	N	78	111,4	N	23	32,9	VS	49	70,0	N
VII.	74	166	224,3	VV	119	160,8	V	34	45,9	S	154	208,1	VV	35	47,3	S
VIII.	62	11	17,7	MS	10	16,1	MS	14	22,6	VS	96	154,8	V	2	3,2	MS
IX.	44	41	93,2	N	53	120,5	N	49	111,4	N	30	68,2	N	82	186,4	V
Σ IV.-IX.	348	390	112,1	N	307	88,2	N	298	85,6	N	425	122,1	V	227	65,2	S

Kde: MS – mimoriadne suchý, VS – veľmi suchý, N – normálny, V – vlhký, VV – veľmi vlhký, MV – mimoriadne vlhký

Vegetačné obdobia rokov 2011, 2012 a 2013 boli zrážkovo normálne (298 – 390 mm, t. j. 85,6 – 112,1 % DN). Jednotlivé mesiace vegetačných období rokov 2011, 2012, 2013 boli mimoriadne suché (august 2011 a 2012), veľmi suché (apríl 2011, august 2013), suché (máj 2012, júl 2013), vlhké (jún 2011, júl 2012, máj 2013) a veľmi vlhké (júl 2011). V roku 2014 bolo vegetačné obdobie s úhrnom zrážok 425 mm (122,1 % DN) vlhké, pričom jún bol veľmi suchý (len 23 mm zrážok, t. j. 32,9 % DN), máj a august boli vlhké, ale júl so 154 mm zrážok (208,1 % DN) bol veľmi vlhký. Zrážkovo normálne boli len dva mesiace vegetačného obdobia 2014, a to apríl a september. Zrážkovo mimoriadnym bolo vegetačné obdobie roku 2015. Počas obdobia apríl až september spadlo 227 mm zrážok, čo je len 65,2 % DN. Máj a jún 2015 boli zrážkovo normálne. Apríl so 6 mm bol veľmi suchý, júl s 35 mm zrážok bol suchý a august len s 2 mm zrážok bol mimoriadne suchý. Nerovnomerné rozdelenie zrážok počas vegetácie, ktoré sa prejavuje aj privalovými dažďami a záplavami, ale aj dlhotrvajúcimi obdobiami bez dažďových zrážok (rok 2015) je jedným z dôsledkov prebiehajúcej klimatickej zmeny.

Optimálny vývoj pestovaných poľných plodín je možný iba pri dostatočnej zásobe vody v pôdnom profile vo všetkých rastovo-vývinových fázach. Pod zásobou vody v pôde najčastejšie hovoríme o množstve naakumulovanej vody, ktoré je v danom okamihu k dispozícii pre rôzne účely. Množstvo pôdnej vody je ovplyvňované aj množstvom a časovým rozdelením atmosférických zrážok. Podľa viacerých autorov, ako napr. Skalová a Štekauerová (2011), Štekauerová et al. (2011), Mati et al. (2011), zásoba vody v pôdnom profile koreluje so sumou zrážok nielen za vegetačné obdobie, ale aj za celý sledovaný rok. V pokuse sa sledovala maximálna, priemerná a minimálna zásoba vody v profile fluvizeme glejovej. Vzorky boli odoberané v prirodzených poľných podmienkach bez závlahy. Zistená zásoba pôdnej vody je uvedená v tabuľke 2.

Využívanie pôdoochranných technológií v poľnohospodárskej veľkovýrobnej praxi by malo prispieť k lepšiemu udržaniu vlahy v pôdnom profile a mala by sa znižovať evapotranspirácia. Z uvedeného vyplýva, že dažďové zrážky by sa mali viac prejavovať na zásobe pôdnej vody pri pôdoochranných systémoch obrábania. V dlhodobých pokusoch Liu et al. (2013) potvrdili vyššie obsahy vody v pôde pri bezorbových systémoch v porovnaní s konvenčnými. Ako však vyplýva z údajov uvedených v tabuľke 2., na ílovito-hlinitých fluvizemi glejovej v oboch hodnotených hĺbkach

pôdneho profilu bola zistená vyššia maximálna, priemerná i minimálna zásoba vody pri konvenčnom variante obrábania v porovnaní s priamou sejbou bez orby.

Tabuľka 2. Zásoba vody v pôde [mm]

Rok	Hĺbka pôdneho profilu											
	0,0 – 0,3 m						0,0 – 0,8 m					
	KA			BO			KA			BO		
	W_{max}	W_{\emptyset}	W_{min}	W_{max}	W_{\emptyset}	W_{min}	W_{max}	W_{\emptyset}	W_{min}	W_{max}	W_{\emptyset}	W_{min}
2011	121,90	100,74	68,38	111,42	94,89	63,66	341,02	274,55	196,55	302,83	257,74	189,25
2012	106,15	88,72	57,29	103,21	83,87	56,73	279,64	241,75	156,16	279,68	228,75	174,11
2013	104,11	91,35	79,47	101,75	87,99	77,51	270,51	247,45	223,31	299,44	245,16	202,33
2014	131,84	111,15	93,75	115,87	103,00	91,94	330,99	295,82	258,41	323,97	284,67	248,80
2015	104,93	88,32	69,08	100,52	93,06	68,05	269,07	230,74	187,59	273,15	248,54	197,84
\bar{x}	113,79	96,06	73,59	106,55	92,56	71,58	298,25	258,06	204,40	295,81	252,97	202,47

kde: KA – konvenčná agrotechnika, BO – agrotechnika bez orby, W_{max} – maximálna zásoba vody, W_{\emptyset} – priemerná zásoba vody, W_{min} – minimálna zásoba vody

Zistené zásoby vody sa prepočítali na hodnoty vlhkosti poľnej vodnej kapacity, bodu zníženej dostupnosti a bodu vädnutia. Maximálna zásoba vody v hĺbke pôdneho profilu 0,0 – 0,3 m (tabuľka 3.) dosahovala 83,12 – 109,02 % vlhkosti poľnej vodnej kapacity s vyššími hodnotami, v priemere o 5,98 %, pri KA variante v porovnaní s BO variantom. Celkovo však v ornici maximálna zásoba vody klesala pod úroveň vlhkosti poľnej vodnej kapacity. Výnimkou boli roky 2011 (100,80 % θ_{PK}) a 2014 (109,02 % θ_{PK}) pri konvenčnom obrábaní. Pri bezorbovom variante vo všetkých rokoch bola v ornici maximálna zásoba vody nižšia ako vlhkosť poľnej vodnej kapacity.

Tabuľka 3. Maximálna zásoba vody v pôde [% θ_{PK}]

Rok	Hĺbka pôdneho profilu					
	0,0 – 0,3 m			0,0 – 0,8 m		
	KA	BO	\bar{x}	KA	BO	\bar{x}
2011	100,80	92,14	96,47	112,41	99,82	106,12
2012	87,78	85,35	86,57	92,17	92,19	92,18
2013	86,09	84,14	85,12	89,17	98,70	93,94
2014	109,02	95,82	102,42	109,10	106,79	107,95
2015	86,77	83,12	84,95	88,69	90,04	89,37
\bar{x}	94,09	88,11	91,10	98,31	97,51	97,91

V hĺbke pôdneho profilu 0,0 – 0,8 m maximálna zásoba pôdnej vody dosahovala 88,69 – 112,41 % vlhkosti poľnej vodnej kapacity. Rozdiel medzi spôsobmi obrábania pôdy nebol štatisticky významný (Δ BO-KA = -0,80 %). Maximálne zásoby pôdnej vody však boli v rokoch 2011 a 2014 pri konvenčnej agrotechnike vyššie ako vlhkosť poľnej vodnej kapacity, ale pri priamej sejbou bez orby bola zásoba vyššia len v roku 2014, kedy bolo vegetačné obdobie hodnotené ako vlhké. Z hodnotenia jednotlivých rokov ďalej vyplýva, že na oboch variantoch v rokoch 2012, 2013 a 2015 maximálna zásoba pôdnej vody ako v hĺbke do 0,3 m, tak aj v hĺbke do 0,8 m klesala pod úroveň vlhkosti poľnej vodnej kapacity. Pri oboch hĺbkach sa na zásobe vody v pôdnom profile rok sledovania prejavil štatisticky významne. Spôsob obrábania pôdy mal štatisticky významný vplyv na hodnoty maximálnej zásoby pôdnej vody v hĺbke 0,0 – 0,8 m pôdneho profilu. K podobným výsledkom pre ťažkú fluvizem glejovú dospeli aj Mati et al. (2007, 2008), Kotorová s Jakubová (2011) a Kotorová s Hlavatou (2014).

Priemerná zásoba pôdnej vody sa prepočítava na percento vlhkosti bodu zníženej dostupnosti, čo znamená, že pri dosiahnutí vlhkosti θ_{ZD} sa podstatne znižuje pohyblivosť vody v pôdnom profile a tým aj jej využiteľnosť pre rastliny. Priemerná zásoba pôdnej vody vyjadrená ako percento vlhkosti bodu zníženej dostupnosti je uvedená v tabuľke 4.

V oboch sledovaných hĺbkach pôdneho profilu priemerná zásoba vody dosahovala 82,93 – 116,89 % vlhkosti bodu zníženej dostupnosti. V hĺbke profilu 0,0 – 0,3 m sa viac prejavila konvenčná agrotechnika (Δ BO-KA = -3,43 %), ale v hĺbke 0,0 – 0,8 m bol tento rozdiel menší (Δ BO-KA = -2,02 %). V oboch hodnotených profiloch priemernú zásobu pôdnej vody štatisticky významne ovplyvňoval rok, pričom najvýznamnejší vplyv mal rok 2014.

Tabuľka 4. Priemerná zásoba vody v pôde [% θ_{zD}]

Rok	Hĺbka pôdneho profilu					
	0,0 – 0,3 m			0,0 – 0,8 m		
	KA	BO	\bar{x}	KA	BO	\bar{x}
2011	99,62	93,83	96,73	108,49	101,85	105,17
2012	87,73	82,93	85,33	95,53	90,39	92,96
2013	90,33	87,01	88,67	97,78	96,88	97,33
2014	109,91	101,95	105,93	116,89	112,49	114,69
2015	87,33	92,02	89,68	91,19	98,21	94,70
\bar{x}	94,98	91,55	93,27	101,98	99,96	100,97

Významným pôdnym hydrolimitom je bod vädnutia, ktorý je najčastejšie definovaný vlhkosťou pôdy, pri ktorej je rýchlosť pohybu vody v pôde natoľko znížená, že prítok vody nestačí nahradiť stratu vody a rastlina trvalo vädne. Minimálna zásoba pôdnej vody zistená monitoringom v prirodzených pôdnych podmienkach bola prepočítaná na vlhkosť bodu vädnutia ílovito-hlinitej pôdy (Mati et al., 2008). Z údajov v tabuľke 5 vyplýva, že minimálna zásoba vody v profile 0,0 – 0,3 m dosahovala 81,36 – 134,45 % vlhkosti bodu vädnutia. V hĺbke profilu 0,0 – 0,8 m to bolo 88,67 – 146,73 % vlhkosti bodu vädnutia.

Tabuľka 5. Minimálna zásoba vody v pôde [% θ_v]

Rok	Hĺbka pôdneho profilu					
	0,0 – 0,3 m			0,0 – 0,8 m		
	KA	BO	\bar{x}	KA	BO	\bar{x}
2011	98,06	91,29	94,68	111,61	107,46	109,54
2012	82,16	81,36	81,76	88,67	98,86	93,77
2013	113,97	111,16	112,57	126,80	114,89	120,85
2014	134,45	131,85	133,15	146,73	141,28	144,01
2015	99,07	97,59	98,33	106,52	112,34	109,43
\bar{x}	105,54	102,65	104,10	116,07	114,97	115,52

Pri konvenčnej agrotechnike minimálna zásoba vody v hĺbke 0,0 – 0,3 m výraznejšie klesala pod vlhkosť bodu vädnutia v roku 2012 (82,16 % vlhkosti θ_v). V rokoch 2011 a 2015 bola takmer na úrovni vlhkosti bodu vädnutia (98,06 % vlhkosti θ_v , resp. 99,07 % vlhkosti θ_v), ale v roku 2013 bola o 13,97 % vyššia ako vlhkosť bodu vädnutia a v roku 2014 až o 34,45 %. V hĺbke profilu 0,0 – 0,8 m minimálna zásoba vody klesala pod vlhkosť bodu vädnutia pri oboch spôsoboch obrábania len v roku 2012. V rokoch 2011, 2013 až 2015 bola vyššia o 6,52 – 46,73 % ako vlhkosť bodu vädnutia, čo možno považovať za štatisticky významné.

ZÁVER

Maximálna, priemerná i minimálna zásoba vody v hodnotených pôdnych profiloch ílovito-hlinitej fluvizeme glejovej bola ovplyvnená rokom sledovania s priebehom konkrétnych poveternostných podmienok. Vyššie hodnoty maximálnej, priemernej a minimálnej zásoby vody v oboch pôdnych profiloch boli v celkovom hodnotení vyššie pri konvenčnej príprave pôdy spojenej s orbou v porovnaní s priamou sejbou bez orby.

Rok 2014, ktorého vegetačné obdobie bolo vlhké, sa najvýraznejšie prejavil na hodnotách sledovaných charakteristík zásoby vody v pôdnych profiloch, keď hodnoty prevyšovali vlhkosť poľnej vodnej kapacity, bodu zníženej dostupnosti a bodu vädnutia.

Poznanie vývoja zásoby vody v pôdnom profile je dôležitým príspevkom k optimalizácii produkčného procesu poľných plodín v podmienkach prebiehajúcej klimatickej zmeny. Uplatnenie pôdoochranných technológií v poľnohospodárskej prvovýrobe môže byť jedným z prostriedkov na udržanie vody v krajine a v pôdnom profile.

Podakovanie: Táto práca bola podporovaná pre podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. APVV-15-0489 a APVV-SK-HU-2013-0010.

LITERATÚRA

- HRIVŇÁKOVÁ, K. et al. 2011: Jednotné pracovné postupy rozborov pôd. 1. vyd. Bratislava : Výskumný ústav pôdoznanectva a ochrany pôdy, 2011. 136 s. ISBN 978-80-89128-89-1.
- KOTOROVÁ, D. – JAKUBOVÁ, J. 2011: Zmeny zásoby vody v profile fluvizeme glejovej po extrémne vlhkom roku 2010. In: Transport vody, chemikálií a energie v systéme pôda – rastlina – atmosféra : 19. posterový deň s medzinárodnou účasťou. Bratislava : ÚH SAV, GFÚ SAV, 2011, s. 356-364. ISBN 978-80-89139-26-2.
- KOTOROVÁ, D. – HLAVATÁ, H. 2014: Vplyv zrážok na zásobu vody v pôdnom profile. Michalovce : ÚH SAV Bratislava, VHZ Michalovce – VVS a. s. Košice, Závod Michalovce, 2014, s. 87-92. ISBN 978-80-89139-32-3.
- KOTOROVÁ, D. – ŠOLTYSOVÁ, B. – MATI, R. 2010: Vlastnosti fluvizemí na Východoslovenskej nížine pri ich rozdielnom obrábaní. 1. vyd. Michalovce : CVRV – Výskumný ústav agroekológie, 2010. 160 s. ISBN 978-80-89417-25-4.
- KOVÁČ, K. et al. 2010: Minimalizačné a pôdoochranné technológie. Nitra: Agroinštitút, š. p., 2010, 142 s. ISBN 978-80-7139-139-5.
- KOŽNAROVÁ, V. – KLABZUBA, J. 2002: Doporučení WMO pro popis meteorologických, resp. klimatologických podmínek definovaného období. In: Rostlinná výroba, roč. 48, 2002, č. 4, s. 190-192.
- LINKEŠ, V. – PESTÚN, V. – DŽATKO, M. 1996: Príručka pre používanie máp bonitovaných pôdno-ekologických jednotiek. 3. vyd. Bratislava : VÚPÚ, 1996. 103 s. ISBN 80-85361-19-1.
- LIU, S. et al. 2013: Effect of conservation and conventional tillage on soil water storage, water use efficiency and productivity of corn and soybean in Northern China. In: Acta Agriculturae Scandinavica, Section B – Soil & Plant Science, vol. 63, 2013, no. 5, pp. 383-394. DOI: 10.1080/09064710.2012.762803
- MATI, R. – PAVELKOVÁ, D. – IVANČO, J. 2007: Zásoba pôdnej vody v ťažkých pôdach Východoslovenskej nížiny pri ich rozdielnom obrábaní. In: Acta hydrologica Slovaca, vol. 8, 2007, n. 2, p. 210-216.
- MATI, R. – PAVELKOVÁ, D. – IVANČO, J. 2008: Vlhkostný režim fluvizeme glejovej na Východoslovenskej nížine. In: Acta hydrologica Slovaca, vol. 9, 2008, n. 1, p. 115-122
- MATI, R. – KOTOROVÁ, D. – GOMBOŠ, M. – KANDRA, B. 2011: Development of evapotranspiration and water supply of clay-loamy soil on the East Slovak Lowland. In: Agricultural Water Management, vol. 98, 2011, no. 7, pp. 1133-1140. DOI: 10.1016/j.agwat.2011.02.007
- MIKULOVA, K. et al. 2008: Klimatologické normály 1961 – 1990 meteorologických prvkov teplota vzduchu a atmosférické zrážky : Záverečná správa výskumnej úlohy. Bratislava : SHMÚ, 2008. CD
- PAVELKOVÁ, D. – MATI, R. 2008: Kvantifikácia množstva prístupnej vody pre rastlinný kryt z hľadiska pôdneho druhu. In: Transport vody, chemikálií a energie v systéme pôda – rastlina – atmosféra. Bratislava : ÚH SAV, 2008, s. 411-418. ISBN 978-80-89139-16-3.
- SKALOVÁ, J. – ŠTEKAUEROVÁ, V. 2011: Pedotransferové funkcie a ich aplikácia pri modelovaní vodného režimu pôdy. 1. vyd. Bratislava : Slovenská technická univerzita Bratislava, 2011. 101 s. ISBN 978-80-227-3431-8.
- ŠTEKAUEROVÁ, V. – SKALOVÁ, J. – IGAZ, D. – NOVÁKOVÁ, K. 2011: Spracovanie údajov o dynamike zásob vody v pôde z priameho monitoringu a modelovania pri predpokladanej klimatickej zmene. Bratislava : Ústav hydrológie SAV, 2011. 122 s. ISBN 978-80-89139-25-5.
- ŠÚTOR, J. – ŠTEKAUEROVÁ, V. 2000: Hydrofyzikálne charakteristiky pôd Žitného ostrova. Bratislava : ÚH SAV, 2000. 166 s. ISBN 80-968480-1-1.
- ŠÚTOR, J. – MATI, R. – IVANČO, J. – GOMBOŠ, M. – KUPČO, M. – ŠŤASTNÝ, P. 1995. Hydrológia Východoslovenskej nížiny. Michalovce : Media Group, 1995, 467 s. ISBN 80-88835-00-3
- VILČEK, J. 2005. Pedogeografické špecifiká pôd Východoslovenskej nížiny. In: Realizáciou poznatkov vedy a výskumu k trvalo udržateľnému poľnohospodárstvu, Michalovce : VÚRV – ÚA, 2005, s. 93-97. ISBN 80-88790-40-9.
- ZAUJEC, A. – CHLPÍK, J. – TOBIÁŠOVÁ, E. 2009: Pedológia a základy geológie. 1. vyd. Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, 2009. 400 s. ISBN 978-80-552-0207-5.

VYUŽITIE LYZIMETROV V MONITORINGU VYPLAVOVANIA DUSÍKA PRI RÔZNYCH SPÔSOBOCH OBRÁBANIA PÔDY

Use of lysimeters in monitoring of nitrogen leaching in different tillage practices

KATARÍNA HRČKOVÁ¹ – IVAN MATUŠEK² – MAROŠ JURAŠKA¹ – JOZEF GUBIŠ¹ – RASTISLAV BUŠO¹ – ROMAN HAŠANA¹

¹NPPC-VÚRV Piešťany - ²EKOSUR, Piešťany

A study was conducted in NAFC – RIPP Piešťany in field experiment to describe the initial phase after the installation of lysimeters in 2013 from the point of view of water percolation and nitrate-nitrogen leaching. Three types of tillage systems were involved into experiment (conventional, minimisation and no-till technology). They varied in depth of soil preparation, mechanisation and amount of plant litters which were incorporated into the soil. Quantitative pattern was significant in no-till technology at the end of wintertime 2015. Unexpected percolation events were recorded in summer 2016 after the several heavy rains while there was no plant cover on the soil. Total percolation was 91.4 mm with 24.41 kg.ha⁻¹ of nitrate-nitrogen loses in second and third year of monitored period. Also the very first occurrence of percolation was recorded in this technology. Minimisation technology showed very weak percolation during the same time periods like no-till in total amount of 7.5 mm. In contrary, conventional technology with deep soil preparation was able to retain all of the precipitation with no water and nitrogen loses.

Key words: lysimeter, nitrogen leaching, tillage systems, water percolation

ÚVOD

Problematikou vyplavovania dusíka z pôdy sa v posledných rokoch veľmi aktívne zaoberá výskum v krajinách s intenzívnym poľnohospodárstvom a snahou o trvalo udržateľný rozvoj, s cieľom optimalizovať výrobu z biologického aj ekonomického hľadiska. Vyžaduje si multidisciplinárny prístup, nakoľko súvisí s vlastnosťami konkrétnej pôdy, metabolizmom pestovaných rastlín, klimatickými podmienkami lokality, manažmentom agrotechnických opatrení a mnohými inými faktormi. Kľúčovým prvkom, ktorý prepája celý tento komplikovaný systém je voda, prichádzajúca do poľnohospodárskej krajiny v podobe zrážok alebo závlah a jej distribúcia medzi jednotlivé krajinné zložky.

Dominantným zdrojom strát dusíka je jeho dusičnanová forma (N-NO₃⁻), ktorá je ľahko rozpustná vo vode, nesorbujúca sa a je vysoko pohyblivá v pôdnom profile. Zo systému sa vyplavuje cestou pôdneho roztoku - vertikálne, cez definovanú vrstvu pôdy (tzv. priesak) a za určitých podmienok aj horizontálne (odtok z povrchovej vrstvy pôdy). Technická stránka odberu vzoriek a determinácie objemu priesakovej vody je v praxi náročná až nereálna. Vo výskume sa pre tento účel používajú rôzne vybavené lyzimetre. Cieľom príspevku bolo dokumentovať úvodné obdobie po inštalácii lyzimetrov v poľných podmienkach z hľadiska výskytu priesakových vôd pri daných zrážkových pomeroch pokusnej lokality.

MATERIÁL A METÓDY

Na výskumnom pracovisku NPPC-VÚRV v Borovciach, bol v roku 2001 založený dlhodobý poľný pokus s rôznou intenzitou obrábania pôdy (tabuľka 1). Charakteristiku pokusnej lokality uvádza tabuľka 2. V roku 2013 bola na pokuse inštalovaná lyzimetrická stanica s veľkoobjemovými lyzimetrami na bezorbovom, minimalizačnom a konvenčnom obrábaní. Lyzimetre s plochou 2m² a hĺbkou založenia 1,5 m obsahujú neporušený pôdny monolit, ktorý bol získaný technológiou odvrtavania (Matušek, 2016) priamo z pokusných parciel. Horný okraj valcovej lyzimetrickej nádoby je zapustený 0,5 m pod povrchom pôdy, aby na pokusných parcelách bolo možné používať bežnú veľkú poľnohospodársku mechanizáciu.

Lokalita patrí do kukuričnej výrobnjej oblasti a klimatického regiónu KT 2 (veľmi teplý a mierne suchý, TS 10 = 2800 až 3000 °C). Dlhodobý teplotný normál je 9,1 °C, dlhodobý zrážkový normál 595 mm. Pôda je černozem degradovaná na spraši (černozem hnedozemná), s pH 5,5–7,2,

dobrym obsahom prístupného draslíka, stredným obsahom fosforu a vysokým obsahom horčíka. Je stredne ťažká, s hĺbkou humusového horizontu 0,4-0,5 m a s obsahom humusu 1,8–2,0 %. Hĺbka podzemnej vody je viac ako 15 m.

Osevný postup obsahoval 4 plodiny v slede sója fazuľová (2013), pšenica letná f. ozimná (2013/2014), kukurica siata na zrno (2015) a jačmeň jarný (2016).

Tabuľka 1. Charakteristika technológií obrábania pôdy

	Bezorbóvová technológia	Minimalizačná technológia	Konvenčná technológia
Hĺbka obrábania pôdy (m)	-	0,15-0,18	0,18-0,24
Hlboké obrábanie pôdy	-	-	jesenná orba
Iné obrábanie pôdy	-	podmietka (disky)	podmietka, smyky
Pokrytie pôdy počas zimy	áno	nie	nie
Zpracovanie pozb. zvyškov	nie	čiastočné	takmer úplné

Tabuľka 2. Prehľad základných informácií jednotlivých pokusných ročníkov

	2014	2015	2016	Normál
Zrážky za rok (mm)	668,0	520,9	497,6	595
Zrážky za VO* (mm)	521	332,2	415	358
Priemerná ročná teplota (°C)	11,45	11,00	NA	9,1
Priemerná teplota počas VO (°C)	16,1	16,6	16,2	15,5
Pestovaná plodina	pšenica ozimná	kukurica	jačmeň jarný	-
Sumárne vstupy N (kg.ha⁻¹)	120	120	60	-

*Vegetačné obdobie

Pre výpočet množstva dusíka, ktorý sa stráca z agrosystému, sa stanovuje koncentrácia dusičnanov (mg.l⁻¹) v pôdnom roztoku a presný objem vody, ktorý cez drenážnu vrstvu presiakne a následne odtečie z monolitu do zbernej nádoby. Objem je stanovený elektronicky a automaticky zaznamenaný priamo v základných dátach, ktoré generuje lyzimetrická stanica. Modifikáciou základnej rovnice (Meissner a Seyfahrt, 2004) možno stanoviť hmotnosť strát dusíka (kg.ha⁻¹) pre jednu udalosť priesaku v lyzimetoch s vyššie definovanými parametrami nasledovne:

$$S_N = \frac{C \cdot V}{2} * 10^{-2} \quad (1)$$

kde

S_N – strata N (kg.ha⁻¹)

C – koncentrácia N-NO₃⁻ (mg.l⁻¹) v priesakovej vode

V – objem priesakovej vody (l)

Celková strata dusíka zo systému počas roka s niekoľkými udalosťami priesaku (kg.ha⁻¹.rok⁻¹):

$$\sum_{i=1}^n \frac{C_i \cdot V_i}{2} * 10^{-2} \quad (2)$$

kde

C – koncentrácia N-NO₃⁻ (mg.l⁻¹) v priesakovej vode

V – objem priesakovej vody (l)

n – počet udalostí s výskytom priesaku

Meteorologické údaje a údaje z lyzimetrov boli zaznamenávané v 15 minútovom kroku. Na získanie a spracovanie dát bol použitý softvér Lysidata, Excel MS Office 2013.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

V úvodnom období po inštalácii lyzimetrickej stanice bol prvý priesak drenážnej vody cez lyzimeter zaznamenaný koncom zimného obdobia a v jarnom období 2014/2015 v bezorbovej technológii v celkovom objeme 90,4 mm. S ním súvisiaci vyplavený dusík predstavoval v daných podmienkach výslednú stratu 24,02 kg.ha⁻¹ po zbere pšenice (obrázok 1). Koncentrácia N-NO₃⁻ v pôdnom roztoku sa pohybovala v rozpätí 18,91 – 32,30 mg.l⁻¹. Iniciácia priesaku a maximálne prírastky vo februári a v marci korešpondovali s väčšími zrážkovými úhrnmi na nepokrytú pôdu nasýtenú vodou v pokusnej lokalite. Meisinger (2015) uvádza straty dusíka pod pšenicom v bezorbovej technológii na úrovni 15-35 kg.ha⁻¹ za celé vegetačné obdobie s maximom prírastkov počas januára a februára v podmienkach premyvneho vodného režimu pôdy. Straty N boli podmienené veľkými priesakmi až na úrovni 200-250 mm, v extrémnom prípade až 550 mm. Minimalizačná technológia vykázala minimálny priesak v apríli 2015 v objeme 3,5 mm, ktorý svojim charakterom čiastočne kopíruje priebeh presakovania v bezorbovej technológii v rovnakom roku. Spracované údaje pre celkovú stratu dusíka však neuvádzame, nakoľko pre krátkosť trvania prevádzky lyzimetrickej stanice nie sú k dispozícii všetky vstupné údaje pre výpočet tejto priesakovej udalosti.

Meisinger (2015) porovnával konvenčnú technológiu s bezorbovou a v prvotnom období po inštalácii lyzimetrov uvádza, že priesak drenážnej vody sa vo väčšej miere objavil práve pri bezorbovom spracovaní pôdy. Svoje zistenia z prvej fázy experimentu interpretuje ako udalosť súvisiacu s preferenčnými cestami v pôde a pomerne veľkou sieťou makropórov v bezorbovej technológii. V kontraste, lyzimetre inštalované v konvenčnom spracovaní pôdy v jeho experimente vykázali iba malý priesak, pretože nedávna hlboká orba narušila preferenčné cesty a zvýšila celkové množstvo pórov vyplnených vzduchom, čo umožnilo zadržať väčšie množstvo zrážkovej vody v nakyprenej a zoranej pôde bez rýchleho odtoku do hlbších vrstiev.

Neobvyklý priesak drenážnej vody cez celý pôdny profil bol zaznamenaný počas vegetačného obdobia 2016 po zbere jačmeňa jarného; v treťom roku po inštalácii. Príčinou boli extrémne zrážkové úhrny búrkového typu vo veľmi krátkom čase (120 mm počas 10 dní) na pôdu bez vegetácie. Celkový objem priesaku a s ním spojené množstvo vyplaveného dusíka v dusičnanej forme nebol významný (tabuľka 3), jedná sa však o raritný úkaz. Strata nitrátového dusíka 0,1 kg.ha⁻¹ s priesakom 4,0 mm bola zaznamenaná v minimalizačnej technológii.

V konvenčnej technológii doposiaľ nebol zaznamenaný žiadny priesak drenážnej vody. Predpokladá sa, že v tomto lyzimetri ešte nebol vytvorený stav hydrologickej rovnováhy.

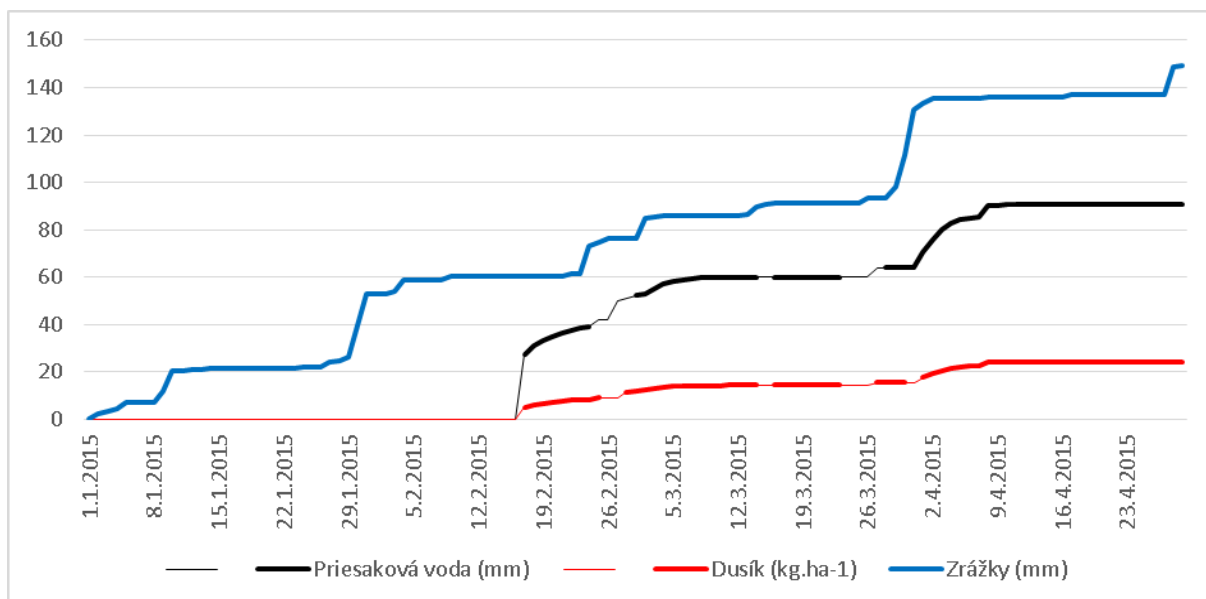
Yang a kol. (2014) publikoval výsledky štúdia rôznej intenzity hnojenia N v osevom postupe s rotáciou pšenice ozimnej a kukurice. Porovnateľný variant so vstupom dusíka 150 kg.ha⁻¹ rok⁻¹ vykazoval koncentráciu N-NO₃⁻ v pôdnom roztoku v rozpätí 10-85 mg.l⁻¹ a ročné priemerné straty dusíka vyplavením na úrovni 10,1 kg.ha⁻¹. Konvenčnú technológiu a tzv. pásové obrábanie pôdy porovnával Jabro a kol. (2016). Problematiku vyplavovania dusíka hodnotil jeho autorský kolektív v súvislosti s fyzikálnymi a hydraulickými vlastnosťami pôdy, kde podobne ako Meisinger (2015) poukazoval na tvorbu preferenčných ciest v pôdoochranných technológiách, ktoré vážne zasahujú do dynamiky pohybu vody v pôde a to najmä v obdobiach bez vegetačného krytu. Ďalej uvádzajú, že zapracovanie pozberových zvyškov predplodiny do pôdy prostredníctvom orby alebo podrývania ovplyvňuje straty dusíka cestou vyššej koncentrácie N-NO₃⁻ v pôdnom roztoku, ktorý z veľkej časti pochádza z transformácie organickej hmoty mikroorganizmami.

ZÁVER

Prevádzka lyzimetrickej stanice v Borovciach trvá zatiaľ len veľmi krátke obdobie. Preto je možné súčasné výsledky, popísané na základe troch vegetačných období, pokladať len za trendy, ktoré je nevyhnutné potvrdiť dlhodobým výskumom. Použitie lyzimetrickeho vybavenia má nepochybne významný prínos v poľnohospodárskom výskume.

Po zohľadnení všetkých dostupných položiek v celkovej bilancii dusíka v pestovateľskom systéme má tento typ výsledkov uplatnenie v praxi trvalo udržateľného poľnohospodárstva

- v ekonomike pestovania – znižovaním nákladov na dusíkaté hnojivá tým, že umožňuje optimalizovať ich dávkovanie
- pri ochrane životného prostredia – minimalizáciou množstva vyplaveného dusíka z neefektívneho prebytku dusíkatých hnojív a rizika kontaminácie podzemných vôd



Obrázok 1. Dynamika vyplavovania dusíka a priesakovej vody v bezorbovej technológii, 2015

Tabuľka 3. Objem priesakovej vody po inštalácii lyzimetrov (mm)

	2014	2015	2016*	Suma
Bezorbová technológia	0,0	90,4	1,0	91,4
Minimalizačná technológia	0,0	3,5	4,0	7,5
Konvenčná technológia	0,0	0,0	0,0	0,0

*január-september 2016

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

LITERATÚRA

- JABRO, J.D., STEVENS, W.B., IVERSEN, W.M., ALLEN, B.L., SAINJU, U.M. 2016. Suction cup samplers for estimating nitrate-nitrogen in soil water in irrigated sugarbeet production. In: *Journal of Environmental Protection*, č. 7, s. 1342-1354
- MATUŠEK, I., RETH, S., HEERDT, Ch., HRČKOVÁ, K., GUBIŠ, J. 2016. Lysimeter – a unique tool for monitoring the interactions among the components of environment. In: *Proceedings of National Aviation University.*, roč. 67, č. 2, s. 69-75, DOI: 10.18372/2306-1472.67.10436
- MEISINGER, J. J., PALMER, R.E., TIMLIN, D.E. 2015. Effects of tillage practices on drainage and nitrate leaching from winter wheat in the Northern Atlantic Coastal-Plain USA. In: *Soil and Tillage Research* č. 151, s. 18–27,
- MEISSNER, R., SEYFAHRT, M. 2004: Measuring water and solute balance with new lysimeter techniques. SuperSoil 2004: 3rd Australian New Zealand Soils Conference, 5 – 9 December 2004, University of Sydney, Australia, ISBN 1 920842 26 8.
- YANG, X., LU, Y., TONG, Y., YIN, X., 2014. A 5-year lysimeter monitoring of nitrate leaching from wheat–maize rotation system: Comparison between optimum N fertilization and conventional farmer N fertilization. In: *Agriculture, Ecosystems and Environment*, č 199, s. 34-42

Adresa autorov:

Ing. Katarína Hrčková, NPPC-VÚRV Piešťany, Bratislavská cesta 122, Piešťany 92168, hrckova@vurv.sk,
 RNDr. Ivan Matušek, EKOSUR, Vážska 23, Piešťany, 921 01, matusek@ekosur.sk,
 Mgr. Maroš Juraška, NPPC-VÚRV Piešťany, Bratislavská cesta 122, Piešťany 92168, juraska@vurv.sk,
 Ing. Jozef Gubiš, PhD., NPPC-VÚRV Piešťany, Bratislavská cesta 122, Piešťany 92168, gubis@vurv.sk,
 Ing Rastislav Bušo, PhD., NPPC-VÚRV Piešťany, Bratislavská cesta 122, Piešťany 92168, buso@vurv.sk,
 Ing. Roman Hašana, PhD., NPPC-VÚRV Piešťany, Bratislavská cesta 122, Piešťany 92168, hasana@vurv.sk

VPLYV HNOJENIA NA CHEMICKÉ A MIKROBIOLOGICKÉ VLASTNOSTI PÔDY V DLHODOBOM POĽNOM POKUSE S OPAKOVANÝM PESTOVANÍM PŠENICE LETNEJ F. OZIMNEJ

The influence of fertilization on chemical and microbiological soil properties in the long-term field experiment with continuous winter wheat cropping

MARIANA ŠVANČÁRKOVÁ – MÁRIA BABULICOVÁ

Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav rastlinnej výroby Piešťany

Since 1974 the long-term field experiment with continuous winter wheat cropping have been realized in the maize-barley growing region on Luvi-Haplic Chernozem. In the years 2013 – 2014 three different fertilization systems – mineral fertilization, mineral fertilization with straw incorporation and organic-mineral fertilization with straw incorporation and their influence on some chemical (pH_{KCl} , organic carbon content, humus content, total and inorganic nitrogen content) and microbiological (ammonification and nitrification activity, basal soil respiration, total number of bacteria, abundance of cellulolytic bacteria, abundance of ammonifying bacteria) soil properties were compared. The obtained results were statistically evaluated by non-parametric method by means of Friedman test.

The evaluated chemical soil properties were not statistically significantly influenced by the different fertilization systems. The combination of organic and mineral fertilization with straw incorporation statistically significantly increased the ammonification activity of soil microorganisms in compare with mineral fertilization. In 2013 the mineral fertilization with straw incorporation significantly increased the amount of ammonifying bacteria in compare with mineral fertilization without an organic matter addition. The nitrification activity, basal soil respiration, total number of bacteria, abundance of cellulolytic bacteria were not statistically significantly affected by the different fertilization systems.

The application of organic fertilizers to soil is very important factor for the encouragement of the development and activity of soil microorganisms. At the same time it is one of the effective way to eliminate a negative impact of continuous winter wheat growing on the soil environment.

Key words: *fertilization, chemical and microbiological soil properties, long-term winter wheat cropping*

ÚVOD

Opakované pestovanie poľných plodín na tej istej lokalite prináša množstvo negatívnych javov. Dochádza k jednostrannému odčerpávaniu živín, zhoršeniu fyzikálno-chemických vlastností pôdy, rozvoju fytopatogénov, jednostrannému rozvoju niektorých skupín pôdnych mikroorganizmov, k zvýšenému rozmnožovaniu škodcov, nadmernému rozvoju burín, nahromadeniu fytotoxických látok v pôde. Niektoré z týchto negatívnych dopadov je možné eliminovať vhodnou agrotechnikou, zaradením prerušovacích plodín, aplikáciou pesticídov a samozrejme hnojením.

Pôda poskytuje životný priestor veľkému množstvu rôznych organizmov označovaných pojmom pôdny edafón. Približne osemdesiat percent z celkového množstva pôdnej bioty predstavujú pôdne mikroorganizmy. Majú nenahraditeľnú úlohu pri udržiavaní pôdnej úrodnosti. Rozkladajú odumreté rastlinné a živočíšne zvyšky v pôde, sprístupňujú živiny pre rastliny, podieľajú sa na tvorbe humusu. Zároveň podporujú proces tvorby štruktúrnych agregátov v pôde. Predstavujú faktor prirodzeného samočistenia pôdy od škodlivých látok aj nežiadúcich organizmov.

Naším cieľom bolo porovnať rôzne varianty hnojenia a ich vplyv na chemické a mikrobiologické vlastnosti pôdy v poľnom pokuse, kde sa od roku 1974 realizuje dlhodobé opakované pestovanie pšenice letnej f. ozimnej.

MATERIÁL A METÓDY

Výskum prebiehal v rokoch 2013-2014 na výskumnom pracovisku NPPC-VÚRV v Borovciach neďaleko Piešťan. Územie má kontinentálny charakter podnebia, nachádza sa v oblasti kukurično-jačmenného výrobného typu. Priemerná ročná teplota dosahuje 9,2 °C (za vegetáciu 15,5

°C, priemerný ročný úhrn zrážok predstavuje 593 mm (za vegetáciu 358 mm). Pôdnym typom je černoziem hnedozemná vytvorená na spraši (pH 5,5-7,2, obsah humusu 1,8-2,0 %, dobrá zásoba prístupného draslíka, stredný obsah fosforu a vysoký obsah horčíka).

Porovnávali sme tri varianty hnojenia: hnojenie minerálnymi hnojivami (MH), minerálne hnojenie so zaorávaním slamy (MH+SL), hnojenie organickými a minerálnymi hnojivami so zaorávaním slamy (OMH+SL). Pôdne vzorky boli v každom roku odoberané v dvoch termínoch – na jar a na jeseň, z vopred určených, stabilných miest, z hĺbky 0-30 cm. Po homogenizácii a preosiati cez sito s okami s priemerom 2 mm bola časť vzoriek vysušená a použitá na chemické analýzy (pH_{KCl} , C_{org} , N_{tot} , N_{an}). Mikrobiologické charakteristiky (intenzita amonizácie a nitrifikácie, bazálna produkcia CO_2 , tzv. celkový počet baktérií, početnosť celulolytických a amonizačných baktérií) boli stanovené v čerstvých, vlhkých vzorkách.

Získané výsledky boli štatisticky vyhodnotené neparametrickou metódou pomocou Friedmanovho testu.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

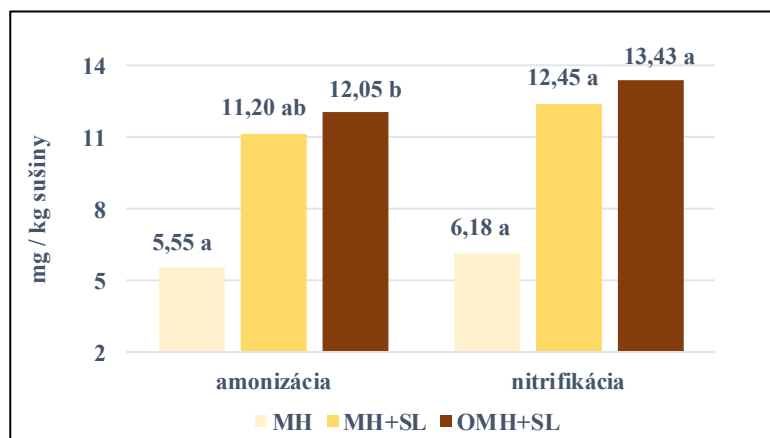
Priemerné hodnoty chemických charakteristík pôdy v rokoch 2013-2014 na jednotlivých variantoch hnojenia sú uvedené v tabuľke 1. Všetky tri varianty hnojenia sa vyznačovali neutrálnou pôdnou reakciou (približne 6,6). Obsah humusu v pôde sa pohyboval v intervale 1,7-1,9 %, čo poukazuje na nižšiu zásobu organickej hmoty v pôde. Nižšiu zásobu organických látok v pôde potvrdzuje aj nízky obsah celkového dusíka v pôde na všetkých troch variantoch hnojenia v roku 2013 (0,120-0,128 %) a dokonca jeho veľmi nízky obsah v roku 2014 (0,091-0,093 %). Podľa meraní v rokoch 2013-2014 jednotlivé varianty hnojenia významne neovplyvnili chemické vlastnosti pôdy. Rozdiely medzi nimi neboli štatisticky preukazné. Naše výsledky nepotvrdzujú vyjadrenia mnohých autorov, podľa ktorých dlhodobé hnojenie organickými hnojivami, prípadne organickými hnojivami v kombinácii s minerálnymi hnojivami, zvyšuje zásobu organických látok v pôde (Böhme et al. 2005, Gong et al., 2009, Diacono, Montemuro 2010, Zhong et al. 2010, Tamez-Hidalgo et al. 2016). Vysvetlením môže byť skutočnosť, že na sledovanej ploche boli organické hnojivá aplikované len od roku 2006, čo nemusí byť dostatočne dlhá doba, aby sa ich aplikácia prejavila významnejšími rozdielmi v chemických charakteristikách pôdy.

Tabuľka 1. Chemické charakteristiky pôdy v rokoch 2013-2014

	Rok	Minerálne hnojenie	Minerálne hnojenie so zaorávaním slamy	Organicko-minerálne hnojenie so zaorávaním slamy
pH_{KCl}	2013	6,66	6,59	6,50
	2014	6,61	6,65	6,63
	2013-2014	6,63	6,62	6,57
C_{org} [%]	2013	1,08	1,12	1,05
	2014	1,02	1,02	0,96
	2013-2014	1,05	1,07	1,00
Humus [%]	2013	1,87	1,93	1,80
	2014	1,76	1,76	1,65
	2013-2014	1,81	1,85	1,73
N_{tot} [%]	2013	0,120	0,125	0,128
	2014	0,093	0,092	0,091
	2013-2014	0,102	0,103	0,103
N_{an} [$\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$]	2013	8,35	7,80	12,40
	2014	7,90	6,15	3,10
	2013-2014	8,13	6,98	7,75

Hnojenie, pri ktorom sa kombinovalo použitie minerálnych hnojív so zaorávaním slamy (MH+SL) a pri ktorom okrem minerálnych hnojív a zaorania slamy bolo do pôdy aplikované aj organické hnojivo (OMH+SL), podporilo amonizačnú a nitrifikačnú aktivitu pôdných mikroorganizmov v porovnaní s hnojením čisto minerálnymi hnojivami MH (obrázok 1). Štatisticky preukazný rozdiel medzi porovnávanými hodnotami sme zaznamenali len v intenzite amonizácie, a to

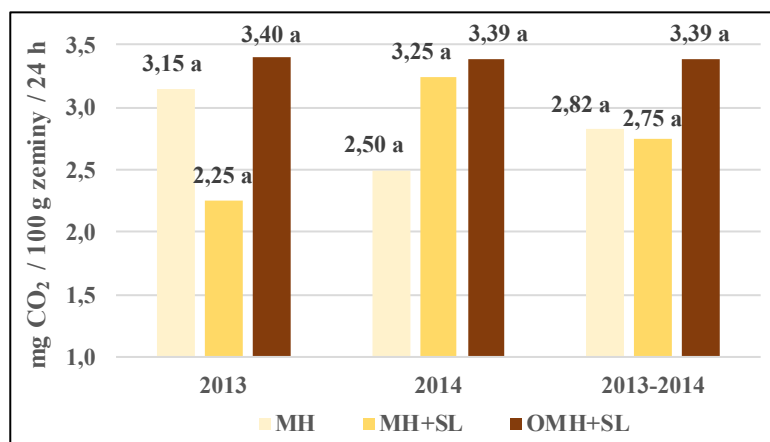
medzi variantmi s čisto minerálnym hnojením (MH) a organicko-minerálnym hnojením so zaorávaním slamy (OMH+SL).



MH minerálne hnojenie; MH+SL minerálne hnojenie so zaorávaním slamy; OMH+SL organicko-minerálne hnojenie so zaorávaním slamy; rozdiely medzi hodnotami označenými rôznymi písmenami sú štatisticky preukazné ($\alpha=0,05$)

Obrázok 1. Priemerná intenzita amonizácie a nitrifikácie v rokoch 2013-2014

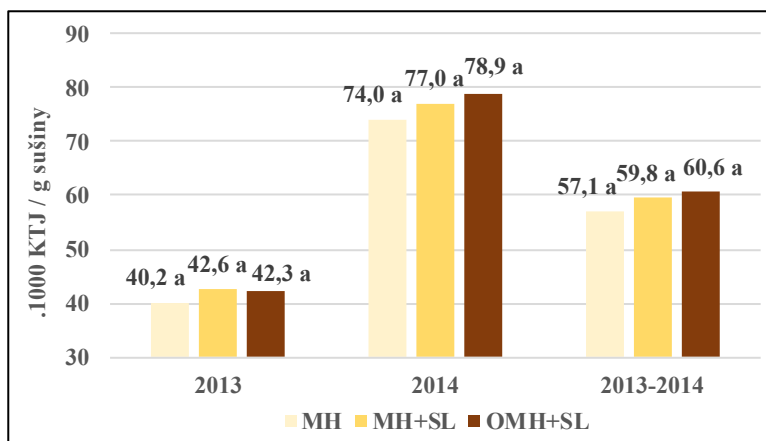
Bazálna respiračná aktivita určuje schopnosť pôdných mikroorganizmov mineralizovať organickú hmotu v optimalizovaných podmienkach. Najvyššiu bazálnu respiráciu pôdných mikroorganizmov sme pozorovali na variante s organicko-minerálnym hnojením so zaorávaním slamy OMH+SL (obrázok 2). Rozdiely medzi porovnávanými variantmi v produkcii CO₂ pôdnymi mikroorganizmami však neboli štatisticky významné.



MH minerálne hnojenie; MH+SL minerálne hnojenie so zaorávaním slamy; OMH+SL organicko-minerálne hnojenie so zaorávaním slamy; rozdiely medzi hodnotami označenými rovnakými písmenami v jednotlivých rokoch nie sú štatisticky preukazné ($\alpha=0,05$)

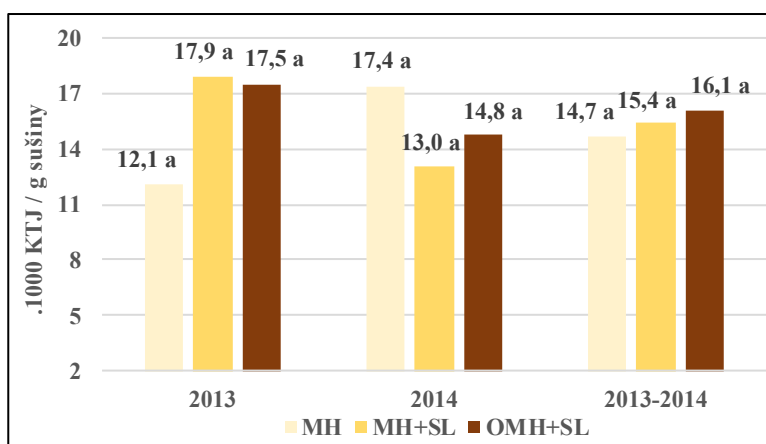
Obrázok 2. Bazálna respirácia pôdných mikroorganizmov

Rôzne spôsoby hnojenia v rokoch 2013-2014 štatisticky významne neovplyvnili tzv. celkový počet baktérií v pôde (obrázok 3) ani početnosť celulólytických baktérií (obrázok 4). Početnosť amonizačných baktérií bola štatisticky významne ovplyvnená len v roku 2013, kedy bol počet amonizačných baktérií na variante hnojenia minerálnymi hnojivami v kombinácii so zaorávaním slamy MH+SL štatisticky preukazne vyšší ako na variante s čisto minerálnym hnojením MH (obrázok 5).



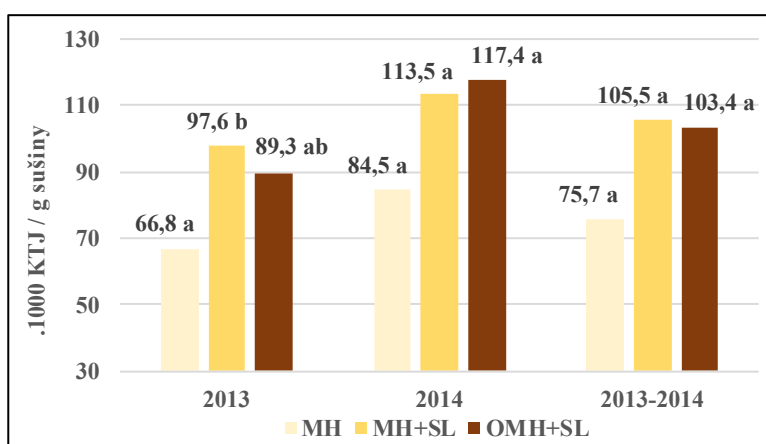
MH minerálne hnojenie; MH+SL minerálne hnojenie so zaorávaním slamy; OMH+SL organicko-minerálne hnojenie so zaorávaním slamy; KTJ kolónie tvoriace jednotky; rozdiely medzi hodnotami označenými rovnakými písmenami v jednotlivých rokoch nie sú štatisticky preukazné ($\alpha=0,05$)

Obrázok 3. Celkový počet baktérií



MH minerálne hnojenie; MH+SL minerálne hnojenie so zaorávaním slamy; OMH+SL organicko-minerálne hnojenie so zaorávaním slamy; KTJ kolónie tvoriace jednotky; rozdiely medzi hodnotami označenými rovnakými písmenami v jednotlivých rokoch nie sú štatisticky preukazné ($\alpha=0,05$)

Obrázok 4. Početnosť celulolytických baktérií



MH minerálne hnojenie; MH+SL minerálne hnojenie so zaorávaním slamy; OMH+SL organicko-minerálne hnojenie so zaorávaním slamy; KTJ kolónie tvoriace jednotky; rozdiely medzi hodnotami označenými rôznymi písmenami v jednotlivých rokoch sú štatisticky preukazné ($\alpha=0,05$)

Obrázok 5. Početnosť amonizačných baktérií

Zo získaných výsledkov vyplýva, že hnojenie organickými hnojivami v kombinácii s minerálnym hnojením podporuje aktivitu pôdných mikroorganizmov vo väčšej miere ako hnojenie čisto minerálnymi hnojivami. Na pozitívny vplyv organického alebo organicko-minerálneho hnojenia tak na množstvo, ako aj aktivitu pôdneho mikrobiálneho spoločenstva poukazujú práce viacerých autorov (Böhme et al. 2005, Gong et al., 2009, Diacono, Montemuro 2010, Zhong et al. 2010, Franco-Otero et al. 2012, Ding et al. 2013).

ZÁVER

V rokoch 2013-2014 rôzne varianty hnojenia štatisticky významne neovplyvnili sledované chemické pôdne charakteristiky. Kombinované hnojenie organickým hnojivom, minerálnymi hnojivami spolu so zaorávaním slamy štatisticky preukazne zvýšilo amonizačnú aktivitu pôdných mikroorganizmov v porovnaní s hnojením čisto minerálnymi hnojivami. V roku 2013 minerálne hnojenie so zaorávaním slamy štatisticky významne zvýšilo početnosť amonizačných baktérií v porovnaní s minerálnym hnojením bez pridania organickej hmoty do pôdy. Vplyv hnojenia na nitrifikačnú aktivitu pôdných mikroorganizmov, bazálnu pôdnu respiráciu, na tzv. celkový počet baktérií v pôde a na množstvo celulolytických baktérií v pôde nebol štatisticky významný.

Naše výsledky potvrdzujú, že aplikácia organických hnojív do pôdy predstavuje významný faktor, ktorý dokáže podporiť rozvoj a aktivitu pôdných mikroorganizmov. Zároveň predstavuje jeden z účinných spôsobov ako eliminovať negatívny dopad opakovaného pestovania pšenice letnej f. ozimnej na pôdne prostredie.

Podakovanie: Výskum bol realizovaný vďaka podpore Ministerstva pôdohospodárstva a rozvoja vidieka Slovenskej republiky v rámci rezortného projektu „Inovácie pestovateľských systémov v udržateľnej rastlinnej výrobe v meniacich sa podmienkach prostredia“.

LITERATÚRA

- BÖHME, L., LANGER, U., BÖHME, F. 2005: Microbial biomass, enzyme activity and microbial community structure in two European long-term field experiments. In: *Agric Ecosyst Environ*, roč. 109, s. 141-152.
- DIACONO, M., MONTEMURRO, F. 2010: Long-term effects of organic amendments on soil fertility. A review. In: *Agron Sustain Dev*, roč. 30, s. 401 - 422.
- DING, X., HAN, X., ZHANG, X., QIAO, Y., LIANG, Y. 2013: Continuous manuring combined with chemical fertilizer affects soil microbial residues in a Mollisol. In: *Biol Fertil Soils*, roč. 49, s. 387 - 393.
- FRANCO-OTERO, V. G., SOLER-ROVIRA, P., HERNÁNDEZ, D., LÓPEZ-DE-SÁ, E. G., PLAZA, C. 2012: Short-term effects of organic municipal wastes on wheat yield, microbial biomass, microbial activity, and chemical properties of soil. In: *Biol Fertil Soils*, roč. 48, s. 205-216.
- GONG, W., YAN, X., WANG, J., HU, T., GONG, Y. 2009: Long-term manuring and fertilization effects on soil organic carbon pools under a wheat-maize cropping system in North China Plain. In: *Plant Soil*, roč. 314, s. 67 - 76.
- TAMEZ-HIDALGO, P., CHRISTENSEN, B. T., LEVER, M. A., ELSGAARD, L., LOMSTEIN, B. A. 2016: Endospores, prokaryotes, and microbial indicators in arable soils from three long-term experiments. In: *Biol Fertil Soils*, roč. 52, s. 101 - 112.
- ZHONG, W., GU, T., WANG, W., ZHANG, B., LIN, X., HUANG, Q., SHEN, W. 2010: The effects of mineral fertilizer and organic manure on soil microbial community and diversity. In: *Plant Soil*, roč. 326, s. 511 - 522.

Adresa autorov: Mgr. Mariana Švančárková, PhD., Ing. Mgr. Mária Babulicová, PhD., NPPC – VÚRV Piešťany, Bratislavská cesta 122, 921 68 Piešťany, svancarkova@vurv.sk, babulicova@vurv.sk

PRODUKCIA KOREŇOVEJ BIOMASY V TRÁVNOM EKOSYSTÉME V RÔZNYCH PODMIENKACH SLOVENSKA

Root biomass production in a grassland ecosystem under diverse conditions in Slovakia

JOZEF ČUNDERLÍK – MIRIAM KIZEKOVÁ – ZUZANA DUGÁTOVÁ – ĽUBICA JANČOVÁ

Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva Banská Bystrica

Accumulation and production of root system was assessed at grassland over 2014 – 2015. The research objective was to determine the below-ground plant biomass (given as the weight of root dry matter) at a range of model sites. Sampling was carried out by a steel cylinder (\varnothing 50 mm) from 100 – 120 mm depth. In 2014, the highest amount of grassland root biomass ($2.14 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot 0.1 \text{ m}^{-1}$) was recorded at Tajov site and the lowest root production ($0.59 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot 0.1 \text{ m}^{-1}$) was found at Medovarce site. In 2015, the highest production of roots ($2.25 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot 0.1 \text{ m}^{-1}$) was recorded at Tajov site and the lowest one ($0.55 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot 0.1 \text{ m}^{-1}$) again at Medovarce site. The total root production was higher by 30 % in 2015 than in 2014.

Key words: *permanent grassland, root biomass, model sites*

ÚVOD

Koreňová biomasa trávnych porastov je výrazným zdrojom organickej hmoty, ktorá zlepšuje štruktúru a úrodnosť pôdy. Jej množstvo je mnohonásobne vyššie než pri jednoročných plodinách na ornej pôde. Koreňový systém (biomasa) trávnych porastov má nezanedbateľný význam aj v ochrane životného prostredia. Plní protieróziu funkciu a zabezpečuje ochranu nadzemnej časti produkcie pred zvýšenou koncentráciou ťažkých kovov, ktoré by sa ináč dostali do potravinového reťazca. Hlavným pestovateľským cieľom u koreňov je nielen mohutnosť a zlepšenie pomeru nadzemnej hmoty rastliny ku koreňom v prospech koreňov, ale aj hlboké prenikanie koreňov do pôdy, teda zvyšovanie úrovně suchovzdornosti a čiastočne odolnosti voči vysokým teplotám a hlavne výkyvom v priebehu počasia (Gáborčík a Tomaškin, 2001).

MATERIÁL A METÓDY

V predloženej práci sme hodnotili akumuláciu a tvorbu koreňového systému v trávnych porastoch v priebehu vegetačného obdobia. Cieľom práce bolo stanoviť produkciu podzemnej rastlinnej biomasy (vyjadrené hmotnosťou sušiny koreňov) v priebehu rokov 2014 – 2015 pri rôznych pratotechnických systémoch obhospodarovania (kosenie, pasenie) na vybraných modelových územiach Slovenska : **Medovarce** (151 m n.m., 48°12,168'N, 18° 55,733' E) **Závod** (170 m n.m., 48° 34,987'N, 16° 59,968' E) **Tajov** (647 m n.m., 48° 44,837'N, 19° 03,153' E) **Čoltovo** (354 m n.m., 48° 28,623'N, 20° 27,868' E) **Vikartovce** (945 m n.m., 48° 57,011'N, 20° 06,875' E) **Stráňany** (114 m n.m., 48° 49,314'N, 21° 51,923' E). Odber vzoriek sa uskutočnil pomocou oceleového valca o priemere 50 mm do hĺbky 100-120 mm. Odobraná vzorka obsahovala koreňovú biomasu a strnisko porastu (zónu odnožovania). Výsledky sme vyhodnotili štatistickou metódou viacnásobnej analýzy variancie s použitím LSD testu na 95 % hranici preukaznosti.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Gregorová, Kečkeméthy, Fusková (1989) konštatujú, že jedným zo základných ukazovateľov prirodzenej úrodnosti pôdy je obsah a kvalita organickej hmoty v pôde. Dôležitým zdrojom jej dopĺňania sú koreňové a pozberové zvyšky rastlín. Z hľadiska kvantity a kvality sú veľmi cenné koreňové zvyšky viacročných krmovín. V roku 2014 sme na trávnych porastoch najväčšie množstvo koreňovej biomasy ($2,14 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot 0,1 \text{ m}^{-1}$) zaznamenali v Tajove (tabuľka 1). Najnižšia produkcia koreňovej hmoty sa dosiahla v Medovarciach ($0,59 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot 0,1 \text{ m}^{-1}$). Druhú najvyššiu produkciu ($1,97 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot 0,1 \text{ m}^{-1}$) dosiahol opustený trávny porast vo Vikartovciach. Na modelovom území Čoltovo – Aluvium, bol nárast produkcie koreňov 45% a 41%, čo v priemere predstavuje nárast o 43%

v porovnaní s ďalšími odberovými miestami na tomto území. Najvyššiu produkciu koreňov v roku 2015 (tabuľka 2), dosiahol trávny porast v Tajove ($2,25 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot 0,1 \text{ m}^{-1}$). Najnižšia akumulácia koreňov ($0,55 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot 0,1 \text{ m}^{-1}$) sa zopakovala z roku 2014 na modelovom území Medovarce. Vyrovnané hodnoty boli na území Čoltovo, ktoré sa pohybovali v rozpätí od 1,65 do 1,73 $\text{kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot 0,1 \text{ m}^{-1}$. Celková produkcia koreňov bola vyššia v roku 2015 o 30% v porovnaní s rokom 2014.

Životnosť koreňov tráv je relatívne veľmi krátka. Obyčajne dosahuje max.1-1,5 roka. Odumieranie a tvorba koreňov prebieha súčasne takmer po celý rok (Tomaškin, 2007). Podzemná biomasa trávnych porastov ne stráca význam ani po odumretí koreňového systému. Popri iných zložkách sú odumierajúce korene spoločne s koreňovými exsudátmi rastlinnými zdrojmi primárnych organických látok, ktoré tvoria organickú hmotu v pôde. Pôdna organická hmotu po premene na pôdny humus má priaznivý vplyv na vytváranie pôdnych agregátov, na sorpčné a ionto výmenné procesy v pôde, vlhový režim v pôde, využiteľnosť rastlinných živín, detoxikáciu škodlivých zlúčenín a čiastočne aj ťažkých kovov. Kosenie a spásanie trávnych porastov znamená väčšinou zníženie z celkovej biomasy koreňov a ich väčšie sústredenie do vrchnejších vrstiev pôdy. Získané výsledky akumulácie koreňovej hmoty v TTP za roky 2014 a 2015 sme vyhodnotili aj matematicko-štatistickou metódou (multifaktorom) analýzou variancie pri 95 % hladine preukaznosti. Na premenlivosti akumulácie koreňovej hmoty sa významne podieľali roky (tabuľka 3). Preukazne ($P < 0,05$) vyššiu produkciu koreňov ($1,54 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot 0,1 \text{ m}^{-1}$) sme dosiahli v roku 2015. Štatisticky preukazne vyššiu tvorbu koreňovej hmoty za sledované roky 2014 a 2015 sme zaznamenali na modelových územiach: Tajov, Čoltovo (plato), Čoltovo (stred), Čoltovo (aluvium), Vikartovce (opustený) a Stráňany. Preukazne najnižšie ($P < 0,05$) hodnoty akumulácie koreňovej hmoty ($0,55 - 0,59 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot 0,1 \text{ m}^{-1}$) sme zaznamenali na území Medovarce. V podhorských a horských oblastiach zabezpečujú trávne porasty popri produkčnej funkcii aj dôležitú mimoprodukčnú úlohu. Sú dôležitým prvkom ekologickej stability krajiny a z tohto aspektu je veľmi významný koreňový systém trávnych porastov (Tomaškin a Zimková, 2001). Trvalé trávne porasty v týchto podmienkach tvoria značne heterogénne spoločenstvá ovplyvňované predovšetkým pôdno-klimatickými podmienkami.

ZÁVERY

Na základe dosiahnutých výsledkov odporúčame intenzívnejšie využívať systém pestovania krmovín na TTP alebo prísевy d'atelinotravných miešaniiek do trávnych porastov. Trvalé trávne porasty (TTP) sú ekologicky stabilnejšie, lepšie prispôsobené danému stanovištiu a spolu s optimálnou minerálnou výživou dokážu poskytovať primeranú produkciu koreňovej a nadzemnej biomasy ako krmoviny na ornej pôde, ktoré sú ekonomicky náročnejšie a narúšajú dynamickú rovnováhu ekosystému.

Množstvo koreňovej hmoty a jej vertikálne rozloženie súvisí s intenzitou obhospodarovania trávnych porastov, pôdnymi podmienkami a druhovým zložením.

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

LITERATÚRA

GÁBORČÍK, N., TOMAŠKIN, J. 2001: *Produkcia a akumulácia koreňovej hmoty kultivarov d'ateliny plazivej (Trifolium repens L.)*. In Acta fytotechnica et zootechnica. Nitra: SPU, 2001, roč. 4, č. 4, s. 89-92, ISSN 1335-258X.

GREGOROVÁ, H., KEČKEMÉTHY, A., FUSKOVÁ, E. 1989: *Produkcia a kvalita koreňovej hmoty siateho pasienkového porastu*. Agrochémia, 29, 1989, č. 3, s. 77 - 79.

TOMAŠKIN, J., ZIMKOVÁ, M. 2001: *Accumulation and production of root system in grassland ecosystems*. In Zeszyty problemowe postepów nauk rolniczych, zeszyt 478, Kształtowanie środowiska, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski, Olsztyn. Warszawa: Polska akademia nauk, 2001, s.71-77, ISSN 0084-5477.

TOMAŠKIN, J. 2007: *Role of non-productional functions of grassland in soil rotection and environment*. In Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences. 2007, Vol. 2, No. 1, p. 33 - 38. ISSN 1842-4090.

Tabuľka 1. Hmotnosť koreňovej hmoty za rok 2014

Modelové územia	Trvalý trávny porast
	hmotnosť kor. hmoty $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2} \cdot 0,1 \text{ m}^{-1}$
Medovarce	0,59
Závod	0,88
Tajov	2,14
Čoltovo-Plato	0,60
Čoltovo-Stred	0,65
Čoltovo-Aluvium	1,09
Vikartovce	0,94
Vikartovce- opustený	1,97
Stráňany	0,86

Tabuľka 2. Hmotnosť koreňovej hmoty za rok 2015

Modelové územia	Trvalý trávny porast
	hmotnosť kor. hmoty $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2} \cdot 0,1 \text{ m}^{-1}$
Medovarce	0,55
Závod	1,26
Tajov	2,25
Čoltovo-Plato	1,65
Čoltovo-Stred	1,73
Čoltovo-Aluvium	1,72
Vikartovce	1,15
Vikartovce- opustený	2,11
Stráňany	1,50

Tabuľka 3. Analýza variancie pre hodnotenie akumulácie koreňovej hmoty na TTP za roky 2014 - 2015

Rok	Hmotnosť koreňov	Modelové územia								
		Hmotnosť koreňov (kg.m ⁻¹ .0,1 ⁻¹)								
		Medovarce	Závod	Tajov	Čoltovo Plato	Čoltovo Stred	Čoltovo Aluvium	Vikartovce	Vikartovce-opustený	Strážany
2014	1,08 a	0,59 ab	0,88 abc	2,14 e	0,60 ab	0,65 ab	1,09 abcde	0,94 abcd	1,97 cde	0,86 abc
2015	1,54 b	0,55 a	1,26 abcde	2,25 e	1,65 abcde	1,73 bcde	1,72 abcde	1,15 abcde	2,11 de	1,50 abcde
Hd $\alpha_{0,05}$	0,222	1,175	1,175	1,175	1,175	1,175	1,175	1,175	1,175	1,175

FLORISTICKÉ ZHODNOTENIE TRÁVNEHO PORASTU LOKALÍT HROMADNÉHO VÝSKYTU BORIEVOK (*JUNIPERUS COMMUNIS* L.)

Botanical composition of grassland at sites with massive incidence of juniper (*Juniperus communis* L.)

VLADIMÍRA VARGOVÁ¹ – ĽUBICA JANČOVÁ¹

¹Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav trávnych porastov
a horského poľnohospodárstva Banská Bystrica

*The research objective was to assess botanical and soil characteristics at grassland sites infested with high proportion of juniper (*Juniperus communis* L.). There were two sites monitored near Banská Bystrica; one located near the village of Priečhod and another one (called Horné lazy) at the foot of the Panský diel hill. The botanical composition of sward was determined using the projective dominance method by Maloch (1953) and the grassland quality (E_{GQ}) was evaluated according to Novák (2004). The monitoring results showed better quality of grassland with the juniper incidence at Horné lazy site (E_{GQ} 58.63 – 61.38). The soil was characterized by a neutral soil reaction, a high content of humus and nitrogen (N), a low content of phosphorus (P) and an appropriate content of potassium (K) at both the research sites.*

Key words: *grassland, juniper, evaluation of grassland quality, botanical composition, soil reaction*

ÚVOD

V súčasnosti sa často stretávame s problémom pustnutia krajiny, ktorý je dôsledkom zarastania opúšťaných, resp. neobhospodarovaných trávnych porastov v kultúrnej krajine. Dôvodom je devastácia lesných porastov, nekosenie a nevyužívanie lúk a pasienkov, pričom klesajú výmery ekosystémov, kde sa vyskytujú porasty borievky obyčajnej (*Juniperus communis* L.). Borievka obyčajná je ihličnatý vždyzelený ker s tvrdými, pichľavými, zelenomodrými ihlicami v trojpočetných praslenoch. Je to dvojdomá rastlina, ktorá produkuje plody len na samičích jedincoch raz za dva až tri roky. Na jednom kríku sa môžu vyskytnúť menšie zelené bobuľky a dozrievajúce väčšie modré bobuľky s voskovým nádychom. Plody borievky, ktoré sú nevyhnutné pre výrobu destilátov, likérov, sirupov a iných produktov, ktoré sa v súčasnosti zabezpečujú výlučne dovozom z Albánska a Macedónska. Dovážajú sa prevažne plody borievky červenoplodej (*Juniperus oxycedrus* L.), ktoré obsahujú väčšie množstvo cukru, ale na druhej strane majú menej aromatických látok v porovnaní s plodmi borievky obyčajnej. Okrem toho sa borievka obyčajná využíva aj v kozmetickom, potravinárskom a farmaceutickom priemysle. Aj keď máme na Slovensku dostatok vhodných pôdnoklimatických podmienok na jej intenzívne pestovanie, jej domáca produkcia je minimálna. Preto sa projekt z APVV snaží získať nové poznatky o borievke obyčajnej, ktoré zvýšia jej pestovanie a produkciu plodov na Slovensku. Cieľom tohto príspevku je zhodnotenie floristických a pôdných charakteristík vybraných lokalít hromadného výskytu borievok (*Juniperus communis* L.) na Slovensku.

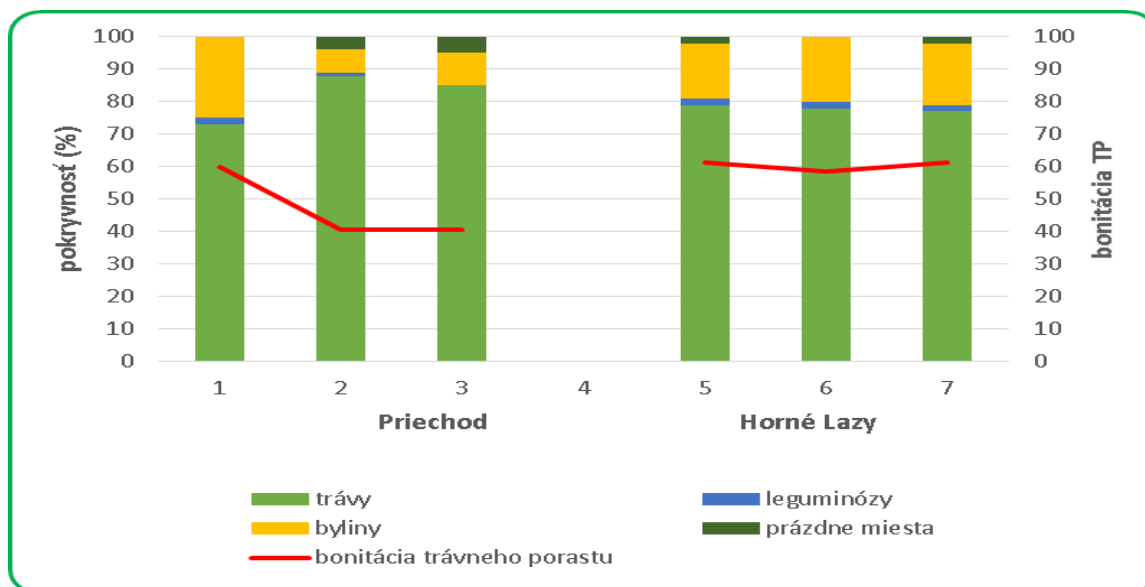
MATERIÁL A METÓDY

Monitoring zatiaľ prebiehal v rokoch 2015 a 2016 na trávnych porastoch vo vytypovaných lokalitách hromadného výskytu borievok, konkrétne v lokalite obce **Priečhod** a pod **Panským dielom**. Na každej lokalite sa analyzovalo floristické zloženie pomocou redukovanej projektívnej dominancie podľa Malocha (1953). Z neho sa na daných lokalitách určila bonitácia trávneho porastu E_{GQ} (E_{GQ} – Evaluatiou of grassland quality) podľa Nováka (2004), ktorá sa vypočítala pomocou krmnej hodnoty (FV – Forage value) jednotlivých druhov a ich percentuálneho podielu v trávnom poraste. Pôdne vzorky sme odoberali v jesennom období z každej lokality na troch miestach (október) z hĺbky 0 - 150 mm. Z odobratých pôdných vzoriek sme stanovovali pH v KCl, C_{ox} , N, P, K a Mg. Prvá lokalita hromadného výskytu borievok sa nachádzala pred obcou Priečhod, ktorá je 10 km severovýchodne od

Banskej Bystrice v nadmorskej výške 578 m n.m. Druhá lokalita tzv. Horné Lazy bola pod kopcom Pánsky Diel, ktorý sa nachádza nad Banskou Bystricou v nadmorskej výške 656 m n. m. Obidve lokality patria do mierne teplej agroklimatickej oblasti, agroklimatického okrsku M7 – mierne teplého silne vlhkého vrchovinového s dlhodobým ročným úhrnom zrážok 795 mm a priemernou ročnou teplotou vzduchu 8,1 °C.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Floristické hodnotenie porastov sme robili na jar metódou redukovanej projektívnej dominancie hlavných floristických skupín tráv, leguminóz, ostatných bylín a prázdnych miest. Prvá lokalita s hromadným výskytom borievok pri obci **Priečhod** mala trávny porast s dominantným zastúpením tráv 73 – 88 % a bylín 7- 25 %. Podiel leguminóz bol minimálny, len 1 – 2 % (graf 1). Botanické zloženie troch stanovišť na danej lokalite bolo ovplyvňované pasením oviec, ktoré sa pásli najmä na prvom stanovišti, pričom ďalšími miestami len prechádzali. Z dominantných trávnych druhov na prvom stanovišti dominovali *Arrhenatherum elatius* L., *Agrostis stolonifera* L. a *Festuca rubra* L. Ďalšie stanovištia mali najväčšiu pokrývnosť *Bromus ramosus* L., *Bothriochloa ischaemum* (L.) Keng., *Briza media* L. Floristickú skupinu leguminóz tvorili *Anthyllis vulneraria* L. a *Medicago falcata* L., *Lotus corniculatus* L. Na treťom stanovišti nebol výskyt leguminóz. Zo skupiny ostatných lúčnych bylín sa v poraste vo väčšom zastúpení prejavili najmä *Agrimonia eupatoria* L., *Dianthus carthusianus* L., *Thymus puegioides* L., *Salvia pratensis* L. a *Pimpinella saxifrage* L. Najvyšší výskyt bylín bol na prvom stanovišti. Ak chceme získať komplexnejší obraz o kvalite nadzemnej fyto-masy trávneho porastu je potrebné doplniť aj bonitáciu získanú na základe floristického zloženia z percentuálneho podielu (pokryvnosti v %) a kŕmnych hodnôt jednotlivých druhov (Novák, 2004). Bonitácia trávneho porastu na prvom stanovišti bola najvyššia, E_{GQ} 60, čo znamená menej hodnotný až hodnotný trávny porast. Ďalšie stanovištia mali trávny porast málo hodnotný až menej hodnotný (E_{GQ} 40,38), pretože v poraste prevládali menej hodnotné druhy tráv. Zastúpenie vysokohodnotných a hodnotných druhov leguminóz bolo minimálne. Rovnako aj bylinné druhy sa prezentovali druhmi s nízkou kŕmnou hodnotou. Trávny porast na lokalite pod Pánskym dielom na tzv. **Horných Lazoch** bol využívaný mladým dobytkom z neďalekej farmy. V trávnom poraste dominovali trávy 77 – 79 %. Leguminózy boli v poraste zastúpené len 2 % a byliny 17 – 20 % (graf 1). Z trávnych druhov v poraste prevládali *Bromus erectus* L., *Arrhenatherum elatius* L., *Trisetum flavescens* (L.) P. Beauv. a *Briza media* L. Leguminózy boli zastúpené *Anthyllis vulneraria* L., *Lotus corniculatus* L., *Medicago falcata* L., *Trifolium montanum* L. V poraste dominovali byliny *Agrimonia eupatoria* L., *Salvia pratensis* L., *Thymus puegioides* L. a *Plantago media* L. Ďalej sa v poraste vyskytovali: *Campanula patula* L., *Centaurea stoebe* L., *Dianthus carthusianus* L., *Euphorbia cyparissias* L., *Helianthemum nummularium* L., *Pimpinella saxifrage* L., *Teucrium chamaedrys* L., *Veronica teucrium* L. Pri hodnotení trávneho porastu pomocou bonitácie, bol porast menej hodnotný až hodnotný s hodnotami E_{GQ} od 58,63 do 61,38. Tieto hodnoty odpovedajú nižšiemu zastúpeniu vysokohodnotných druhov tráv s vysokou kŕmnou hodnotou (Novák, 2008). Kvalitu trávneho porastu tvorili aj hodnotné druhy ako *Festuca rubra* L. a *Trisetum flavescens* (L.) P. Beauv. Pri zastúpení *Trisetum flavescens* (L.) P. Beauv. nad 10 % v poraste hrozí nebezpečenstvo kalcinózy zvierat (Jurko, 1990). *Festuca rubra* L. patrí medzi trávne druhy menej náročné na dusík (Jančovič *et al.*, 2008). Druhy z čeľade *Fabaceae* majú vysokú kvalitu (Novák, Obtulovič, 2004). Z leguminóz sa v poraste vyskytovali vysokohodnotné druhy *Lotus corniculatus* L., *Trifolium pratense* L. a hodnotné druhy *Anthyllis vulneraria* L., *Medicago falcata* L. a *Trifolium montanum* L. Dvojkľúčolistové druhy boli v poraste prezentované hodnotnými druhmi *Achillea millefolium* L., *Taraxacum officinale* Web. a *Tragopogon orientalis* L. Spoločenstvo trávneho porastu obsahovalo väčšinou bezcenné až menej hodnotné druhy.



Graf 1. Floristické zloženie a bonitácia trávneho porastu

Pôdna reakcia na lokalite **Priechod** bola neutrálna a v rozpätí od 6,58 – 6,77. Obsah humusu bol veľmi vysoký na dvoch stanovištiach, kde sa pásli ovce ($53,10 - 63,30 \text{ g.kg}^{-1} \text{ C}_{\text{OX}}$). Na stanovišti, kadiaľ ovce len prechádzali bol obsah humusu o niečo nižší ($38,70 \text{ g.kg}^{-1} \text{ C}_{\text{OX}}$), no aj tak vysoký. Vysoký obsah dusíka ($11,25 - 12,37 \text{ g.kg}^{-1}$) bol na rovnakých lokalitách ako pri humuse. Zásoba prijateľného fosforu v pôde na všetkých stanovištiach bola nízka a obsah prijateľného draslíka bol dobrý až vysoký. Jeho najvyšší obsah $271,58 \text{ mg.kg}^{-1}$ sa zistil na prvom stanovišti, kde sa ovce pásli najčastejšie. Veľmi vysoká zásoba prijateľného horčíka sa zaznamenala na všetkých troch stanovištiach a oscilovala od $1426,96$ do $1480,45 \text{ mg.kg}^{-1}$. Vysoký obsah humusu, prijateľného dusíka, draslíka a horčíka v pôde súvisí s pasením zvierat, čím sa zvyšujú zásoby živín v pôde. Maathius (2009) konštatuje, že vplyvom zrážok, teploty, pôdneho typu a pôdnej reakcie sa môže meniť dostupnosť živín v pôde.

Na lokalite pod Pánskym dielom na tzv. **Horných Lazoch** vykazovala pôda neutrálnu pôdnu reakciu od 6,93 – 7,13 s vysokým obsahom humusu ($48,30 - 53,10 \text{ g.kg}^{-1} \text{ C}_{\text{OX}}$) a dusíka ($8,61 - 10,60 \text{ g.kg}^{-1}$). Zásoba prijateľného fosforu v pôde bola nízka. Obsah draslíka v pôde bol vyhovujúci až dobrý. Jeho najväčšia zásoba ($179,06 \text{ mg.kg}^{-1}$) sa zistila na treťom stanovišti. Veľmi vysoký obsah prijateľného horčíka bol na všetkých troch miestach odberu ($1189,76 - 1287,02 \text{ mg.kg}^{-1}$). Kobza *et al.* (2010) uvádzajú, že naše pôdy sú dobre zásobené horčíkom, čo potvrdzujú aj naše zistenia.

Tabuľka 1. Agrochemické vlastnosti pôdy na jeseň 2015

Miesto	P.č.	pH/KCl	C_{OX} g.kg^{-1}	N g.kg^{-1}	P mg.kg^{-1}	K mg.kg^{-1}	Mg mg.kg^{-1}
Priechod	1	6,58	63,30	12,37	0,96	271,58	1480,45
Priechod	2	6,77	53,10	11,25	1,16	199,66	1470,35
Priechod	3	6,76	38,70	6,51	0,93	209,93	1426,96
Horné Lazy	1	6,98	48,30	10,60	4,41	145,02	1287,02
Horné Lazy	2	6,93	51,30	8,61	1,55	115,71	1202,11
Horné Lazy	3	7,13	53,10	10,40	2,41	179,06	1189,76

ZÁVER

Pri hodnotení trávneho porastu vybraných lokalít hromadného výskytu borievok (*Juniperus communis* L.) môžeme konštatovať, že:

- botanické zloženie trávneho porastu bolo rozdielne. Hodnotnejšie trávne druhy boli na lokalite pod Pánskym Dielom tzv. Horné Lazy, kde sa trávny porast viac využíval mladým HD. Kvalita trávneho porastu určená pomocou bonitácie bola E_{GQ} 58,63 – 61,38, čo znamená menejhodnotný až hodnotný trávny porast,
- na lokalite Priechod na dvoch stanovištiach dosahoval porast hodnoty bonitácie E_{GQ} 40,38, tj. málohodnotný až menej hodnotný. Na jednom stanovišti bola kvalita trávneho porastu vyššia (E_{GQ} 60), čo znamená že trávny porast bol ohodnotený ako menejhodnotný až hodnotný,
- pôdna reakcia na obidvoch sledovaných lokalitách mala neutrálnu reakciu, veľmi vysoký až vysoký obsah humusu a dusíka, nízky obsah fosforu, vyhovujúci obsah draslíka a veľmi vysoký obsah horčika.
- pre prax odporúčame pestovanie borievok na produkciu plodov spolu s využívaním trávneho porastu hospodárskymi zvieratami. Zamedzí sa tým pustnutiu krajiny. Okrem toho farmári môžu tieto plody zbierať a predávať ich liehovarníckemu alebo farmaceutickému priemyslu čím im pribudne ďalší príjem.

Podakovanie:

*Príspevok bol spracovaný vďaka podpore projektu APVV-14-0843 Výskum možností pestovania borievky (*Juniperus communis* L.) na produkciu plodov.*

LITERATÚRA

- JANČOVIČ, J., VOZÁR, L., BAČOVÁ, S. 2008: Vplyv rôznej pratotechniky na botanické zmeny trávneho porastu v dlhodobom pokuse. In *Acta fytotechnica et zootechnica*, roč. 11, 2008, č. 3, s. 62 – 64.
- JURKO, A. 1990: *Ekologické a socioekonomické hodnotenie vegetácie*. Bratislava : Príroda, 1990, 183 s.
- KOBZA, J. et al. 2010: Aktuálny stav a vývoj obsahu fosforu, draslíka a horčika v poľnohospodárskych pôdach Slovenska. In *Agrochémia* 50 (1): 3-8.
- MALOCH, M. 1953: *Krmovinnárstvo*. II. diel. Bratislava : SPN, 1953. 616 s.
- MAATHUIS, F. 2009: Physiological function of mineral macronutrients. In *Current Opinion in Plant Biology* 12 (3): 250-258.
- NOVÁK, J. 2004: Evaluation of grassland quality. In *Ekológia (Bratislava)*, vol. 23, 2004, no. 2, pp. 127 -143.
- NOVÁK, J., OBTULOVIČ, P. 2004: Kvalita trávnych porastov Centrálnych Západných Karpát ovplyvnená extenzifikáciou a globálnym oteplením. In *Produkčné, ekologické a krajinotvorné funkcie trávnych ekosystémov a krmných plodín*. Nitra : SPU, Banská Bystrica : VÚTPHP, s. 12-20
- NOVÁK, J. 2008: *Pasienky, lúky a trávniky*. Prievidza : Patria I. spol. s r. o. , 2008, 708 s.

Adresa autora: Ing. Vladimíra Vargová, PhD. - Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva Banská Bystrica, Mládežnícka 36, Banská Bystrica 974 23, vargova@vutphp.sk

Názov: Pestovateľské technológie a ich význam pre prax
Zborník zo 7. vedeckej konferencie s medzinárodnou účasťou

Autori: kolektív

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

Recenzenti: Ing. Radoslav Bujnovský, CSc., doc. Ing. Eva Candráková, PhD.

Technický redaktor: Jarmila Poništová

Vydanie: prvé

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

Rok vydania: 2016

Počet strán: 130 strán

Tlač: NPPC – VÚRV Piešťany

Formát: A4

Náklad: 25

Nepredajné / Určené pre vlastnú potrebu

ISBN 978-80-89417-72-8