

KATEDRA RASTLINNEJ VÝROBY A TRÁVNÝCH EKOSYSTÉMOV
Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

**VEDECKÉ PRÁCE KATEDRY RASTLINNEJ VÝROBY
A TRÁVNÝCH EKOSYSTÉMOV**



NITRA
2020

VEDECKÉ PRÁCE KATEDRY RASTLINNEJ VÝROBY A TRÁVNÝCH EKOSYSTÉMOV

Recenzenti:

prof. Ing. Rudolf Holúbek, DrSc. SPU Nitra, FAPZ, emeritný profesor KRVTE
doc. Ing. Jozef Húska, CSc.

Editor: Ing. Peter Hric, PhD., Ing. Paed.-IGIP

Grafická úprava: Ing. Mária Hrubá

Vydavateľ: Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

Schválila rektorka Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre dňa 5. 11. 2020
ako online zborník vedeckých prác.

ISBN 978-80-552-2244-8

OBSAH

ÚVOD

Peter HRIC 6

VPLYV PESTOVATELSKÉHO SYSTÉMU A HNOJENIA NA ÚRODU POĽNÝCH PLODÍN V RÁMCI DLHODOBÝCH EXPERIMENTOV

Magdaléna LACKO-BARTOŠOVÁ – Matej HUDEC – Lucia LACKO-BARTOŠOVÁ..... 7

ZHUTNENIE PÔDY VO VZŤAHU K JEJ OBRÁBANIU V POKUSOCH NPPC – VÚRV V PIEŠŤANOCH

Rastislav BUŠO – Roman HAŠANA 11

VPLYV PODMIENOK PESTOVANIA NA FORMOVANIE PRVKOV ÚRODNOSTI A ÚRODU SEMENA HRACHU SIATEHO

Eva CANDRÁKOVÁ 18

HODNOTENIE VPLYVU RASTOVÝCH STIMULÁTOROV NA FORMOVANÍ ÚRODOTVORNÝCH PRVKOV SLNEČNICE ROČNEJ

Ivan ČERNÝ – Dávid ERNST – Ján MAREK – Ján GAŽO – Marek RAŠOVSKÝ..... 23

ZÁVISLOSŤ PRODUKCIE REPY CUKROVEJ OD ODRODY A AGROEKOLOGICKÝCH PODMIENOK ROČNÍKA

Ivan ČERNÝ – Dávid ERNST – Ján GAŽO – Marek RAŠOVSKÝ..... 28

ÚRODA A CUKORNATOSŤ REPY CUKROVEJ V ZÁVISLOSTI OD RÔZNYCH TECHNOLOGICKÝCH SPÔSOBOV OBRÁBANIA PÔDY

Ivan ČERNÝ – Dávid ERNST – Ján GAŽO – Marek RAŠOVSKÝ..... 35

PRODUKCIA KOREŇOVEJ BIOMASY V TRÁVNOM EKOSYSTÉME

Jozef ČUNDERLÍK – Miriam KIZEKOVÁ..... 43

VPLYV ROČNÍKA NA ÚRODU NAŽIEK SLNEČNICE ROČNEJ V KATASTRÁLNOH ÚZEMÍ OBCE VEĽKÁ DOLINA

Dávid ERNST – Nikola FOLTINOVÁ – Ivan ČERNÝ – Ján GAŽO – Marek RAŠOVSKÝ 47

VPLYV STIMULÁTORA RASTU ATONIK NA PRODUKČNÉ PARAMETRE SLNEČNICE ROČNEJ

Dávid ERNST – Matej MARAČKA – Ivan ČERNÝ – Ján GAŽO – Marek RAŠOVSKÝ 53

CELOZRNNÝ CHLIEB VO VÝŽIVE ĽUDÍ A VPLYV FREKVENCIE JEHO KONZUMÁCIE NA TELESNÚ KOMPOZÍCIU

Martina GAŽAROVÁ – Eleonóra KRIVOSUDSKÁ – Miroslava KOČÍKOVÁ 58

ABUNDANCIA A DENZITA RASTLINY *THYMUS PULEGIOIDES* L. V KVETNATOM PSICOVOM PORASTE NA SILIKÁTOVOM SUBSTRÁTE

Miroslav HABÁN – Dominika ZVERCOVÁ – Marta HABÁNOVÁ – Erika MRNÍKOVÁ 69

ABUNDANCIA, DENZITA A KVALITA VYBRANÝCH DRUHOV RODU ŠALVIA

Miroslav HABÁN – Dominika ZVERCOVÁ – Miroslav FEKIAČ – Ľubomír KOBIDA..... 75

FLORISTICKÉ ZMENY EXTENZIFIKOVANÉHO TRÁVNEHO PORASTU V PROCESE JEHO REVITALIZÁCIE

Ľubomír HANZES – Norbert BRITAŇÁK – Iveta ILAVSKÁ..... 85

VPLYV RÔZNYCH VARIANTOV HNOJENIA ĽANIČNÍKA SIATEHO NA VÝŠKU ÚROD, VÝŠKU RASTLÍN A OBSAH OLEJA

Peter HOZLÁR - Katarína MATÚŠKOVÁ - Petra ONDREJÍČKOVÁ - Elena HÁJEKOVÁ -

Ľudmila JORÍKOVÁ 96

PRODUKČNÝ POTENCIÁL LENORU A TATRANU – PRVÝCH SLOVENSKÝCH ODRÔD <i>FESTULOLIUM A. ET GR.</i> V PRVOM ÚŽITKOVOM ROKU	
Peter HRIC – Ľuboš VOZÁR – Peter KOVÁR.....	105
PRODUKCIA SUCHEJ NADZEMNEJ FYTOMASY LUCERNY SIATEJ (<i>MEDICAGO SATIVA L.</i>) VO VYSOKOŠKOLSKOM POĽNOHOSPODÁRSKOM PODNIKU SPU S.R.O. NA FARME ŽIRANY	
Peter HRIC – Ľuboš VOZÁR – Peter KOVÁR.....	110
VYBRANÉ KVALITATÍVNE UKAZOVATELE LUCERNY SIATEJ (<i>MEDICAGO SATIVA L.</i>) VO VYSOKOŠKOLSKOM POĽNOHOSPODÁRSKOM PODNIKU SPU S.R.O. NA FARME ŽIRANY	
Peter HRIC – Ľuboš VOZÁR – Peter KOVÁR.....	115
HODNOTENIE FLORISTICKÉHO ZLOŽENIA SIATYCH TRÁVNÝCH PORASTOV	
Iveta ILAVSKÁ – Norbert BRITANÁK – Ľubomír HANZES.....	120
MONITORING OBSAHU MINERÁLNYCH LÁTKOV V PÔDE A NADZEMNEJ BIOMASE TRVALÝCH TRÁVNÝCH PORASTOV	
Miriám KIZEKOVÁ - Jozef ČUNDERLÍK - Zuzana DUGÁTOVÁ - Ľubica JANČOVÁ - Radoslava KANIANSKA - Jarmila MAKOVNÍKOVÁ - Nikola BENKOVÁ	139
RŮZNÉ ZPŮSOBY ZAKLÁDÁNÍ POROSTŮ JETELE PANONSKÉHO (<i>TRIFOLIUM PANNONICUM</i>) A JEJICH VLIV NA VÝNOSY SEMENE	
Daniela KNOTOVÁ – Jan PELIKÁN	144
APLIKÁCIA DIGESTÁTU A PRODUKCIA SUŠINY TRÁVNEHO PORASTU	
Zuzana KOVÁČIKOVÁ – Vladimíra VARGOVÁ.....	149
REAKCIA MÄTONOHU TRVÁČEHO A LIPNICE LÚČNEJ NA STRES ZO SUCHA	
Peter KOVÁR – Ľuboš VOZÁR – Peter HRIC	156
VPLYV BRASSINOSTEROIDOV NA FYZIOLOGICKÉ ZMENY HRACHORA ÚČINKOM SUCHA	
Eleonóra KRIVOSUDSKÁ –Jana FERENCOVÁ - Martina GAŽAROVÁ.....	164
FYTOTOXICITA VYBRANÝCH HERBICIDNÝCH ÚČINNÝCH LÁTEK K JETELI LÚČNÍMU A ÚČINNOST NA ŠTOVÍK KADEŘAVÝ	
Zuzana KUBÍKOVÁ – Hana SMEJKALOVÁ – Karla KOLAŘÍKOVÁ	170
VPLYV RÔZNEJ INTENZITY KOSBY NA TRÁVNÝ PORAST V TEPLÝCH A SUCHÝCH PODMIENKACH	
Miriama LUKÁCS - Ľuboš VOZÁR - Peter KOVÁR - Peter HRIC - Petra VEREŠOVÁ.....	179
HODNOCENÍ VARIABILITY HMOTNOSTI HLÁVEK U ČESKÝCH AROMATICKÝCH ODRŮD CHMELE (<i>HUMULUS LUPULUS L.</i>)	
Vladimír NESVADBA – Jitka CHARVÁTOVÁ – Sabina TRNKOVÁ.....	186
HODNOCENÍ VÝNOSU A OBSAHU KH U ČESKÝCH ODRŮD CHMELE (<i>HUMULUS LUPULUS L.</i>)	
Vladimír NESVADBA – Jitka CHARVÁTOVÁ – Lucie ŠTEFANOVÁ– Sabina TRNKOVÁ ..	196
SEKVESTRÁCIA UHLÍKA DO PÔDY POD TRÁVNÝMI PORASTMI	
Ján NOVÁK.....	203
VPLYV RASTLINNÝCH DRUHOV A ICH KVALITY NA SEKVESTRÁCIU SOC V PÔDE	
Ján NOVÁK.....	215

**BOTANICKÉ ZLOŽENIE, PRODUKCIA SUŠINY A OBSAH ŽIVÍN FYTOMASY
TRVALÉHO TRÁVNEHO PORASTU PO APLIKÁCIÍ ALGINITU**

Štefan POLLÁK - Mariana JANČOVÁ - Norbert BRITAŇÁK - Miriam KIZEKOVÁ - Katarína
HRČKOVÁ - Zuzana DUGÁTOVÁ 227

**VPLYV APLIKÁCIE PRÍPRAVKU AQUAHOLDER NA FORMOVANIE RASTLINY A
ÚRODU ZRNA KUKURICE SIATEJ (ZEA MAYS L.)**

Marek RAŠOVSKÝ – Vladimír PAČUTA – Ivan ČERNÝ – Dávid ERNST..... 234

**ZVÝŠENIE ÚRODY ZRNA KUKURICE SIATEJ (ZEA MAYS L.) VPLYVOM APLIKÁCIE
BIOAKTÍVNYCH LÁTK**

Marek RAŠOVSKÝ – Vladimír PAČUTA – Ivan ČERNÝ – Dávid ERNST..... 239

**VPLYV ODRODY A HNOJENIA PRÍPRAVKAMI PROVEO A AQUASTIM NA ÚRODU
BULIEV, CUKORNATOSŤ A ÚRODU POLARIZAČNÉHO CUKRU REPY CUKROVEJ**

Marek RAŠOVSKÝ – Vladimír PAČUTA – Ivan ČERNÝ – Dávid ERNST..... 244

**VPLYV ODRODY A APLIKÁCIE HYDROGÉLU NA ÚRODU BULIEV A CUKORNATOSŤ
REPY CUKROVEJ**

Marek RAŠOVSKÝ – Vladimír PAČUTA – Ivan ČERNÝ – Dávid ERNST..... 249

**VPLYV VYBRANÝCH FAKTOROV NA PRODUKČNÉ PARAMETRE PŠENICE TVRDEJ
(TRITICUM DURUM)**

Marek RAŠOVSKÝ – Vladimír PAČUTA – Oskár Brezovsky – Ivan ČERNÝ – Dávid ERNST..... 255

**POROVNANIE PRODUKCIE SUŠINY FYTOMASY V RÔZNYCH NADMORSKÝCH
VÝŠKACH**

Vladimíra VARGOVÁ- Zuzana KOVÁČIKOVÁ- Michal MEDVECKÝ – Ján DANIEL..... 265

**ANALÝZA INTERAKCIÍ STOKLASU HORSKÉHO A VIČENCA VIKOLISTÉHO
V JEDNODUCHEJ MIEŠANKE**

Ľuboš VOZÁR - Peter KOVÁR - Peter HRIC - Petra VEREŠOVÁ - Miriama PAULISOVÁ -
Martin MEDZANSKÝ 271

VÝSLEDKY POKUSOV S KUKURICOU SIATOU NA ZRNO V PP LAŽŇANY

Jozef ŽEMBERY – Ján HOSPODÁR..... 279

**VÝVOJ A REDUKCIA ÚRODOTVORNÝCH PRVKOV KUKURICE SIATEJ NA ZRNO
V ZÁVISLOSTI OD OBRÁBANIA PÔDY, HNOJENIA A ROČNÍKA**

Jozef ŽEMBERY 289

ÚVOD

Vzhľadom na neustále sa zvyšujúci počet obyvateľov vo svete a zmeny stravovacích návykov smerujúce k vyššej spotrebe má sa je predpoklad zvýšenia celosvetového dopytu po potravinách až o 70 %. Potrebné bude vyprodukovať väčší objem potravín s dôrazom na obmedzené hlavné zdroje. Poľnohospodárstvo má veľký vplyv na životné prostredie a klímu. Zmena klímy navyše podmieňuje aké množstvo potravín je možné vyrobiť a samozrejme aj v akých lokalitách.

Intenzívne pestovanie plodín si vyžaduje vhodnú pôdu, vodu, slnečné svetlo a teplo. Neustále, hlavne v posledných rokoch, nielen zvyšujúca sa teplota ovzdušia predlžuje vegetačné obdobie. Obilniny, ale aj iné plodiny, dosahujú zrelosť o niekoľko dní skôr ako to bolo v minulosti. Je vysoko pravdepodobné, že tieto zmeny budú pokračovať aj naďalej s rozširovaním sa aj do doteraz nezasiahnutých regiónov sveta. Predlžovanie vegetačného obdobia môže smerovať k zvýšeniu objemu dopestovaných plodín. Takisto v našich oblastiach sa začína s pestovaním „nových“ plodín, ktoré nebolo do teraz možné dopestovať. Sú tu však obavy z neustálych výkyvov počasia – extrémne horúčavy a sucha striedané vysokými lokálnymi jednorázovými úhrnmi zrážok. Častočasť to vedie k zníženiu produktivity pestovaných plodín s predpokladom väčších výkyvov ročných výnosov plodín. Uvedené klimatické zmeny majú za následok šírenie doteraz nepoznaných škodcov, chorôb a burín, ktoré takisto majú vplyv na dopestované množstvo plodín. Zníženie objemu výnosov poľnohospodárskych plodín sa čiastočne dá predísť využívaním vhodných pestovateľských postupov ako je napr. striedanie plodín podľa aktuálnej dostupnosti vody, prispôsobenie termínu sejby teplotným a zrážkovým režimom a využívaním odrôd, ktoré lepšie odolávajú novým podmienkam prostredia (napr. odolnosť voči vyšším teplotám a suchu). Sú to len niektoré možné opatrenia, resp. výzvy, ktoré sú prezentované aj v tomto zborníku vedeckých prác, ako zmierniť dopad klimatických zmien na poľnohospodárstvo.

Ing. Peter Hric, PhD., Ing. Paed.-IGIP
editor vedeckej publikácie

VPLYV PESTOVATEĽSKÉHO SYSTÉMU A HNOJENIA NA ÚRODU POĽNÝCH PLODÍN V RÁMCI DLHODOBÝCH EXPERIMENTOV

EFFECT OF CROPPING SYSTEM AND NUTRITION ON THE YIELDS OF FIELD CROPS WITHIN LONG - TERM EXPERIMENTS

Magdaléna LACKO-BARTOŠOVÁ¹ – Matej HUDEC¹ – Lucia LACKO-BARTOŠOVÁ²

¹Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Slovenská republika

²Ekonomická univerzita v Bratislave, Slovenská republika

Abstract

Effect of cropping systems (ecological and integrated) and plant nutrition on the yield of field crops were analyzed within a long-term field experiments conducted from 1999 at Experimental station Dolná Malanta on a haplic luvisol. Within 16 years period, comparing integrated and ecological rainfed arable cropping systems, equal yields of winter wheat (after alfalfa as pre-crop), maize for silage, peas and spring barley were achieved. Factors which significantly affected the yields of all crops were input of nutrients (except peas) and experimental years. On fertilized treatments, higher yields were achieved for all crops. Plant nutrition from organic fertilizers and structure of crops which takes into account the requirements and specificities of organic systems compensated the necessity of external chemical inputs in integrated system.

Keywords: ecological and integrated cropping system, yields, plant nutrition

Súhrn

Vplyv pestovateľského systému (ekologického a integrovaného) a výživy rastlín na úrodu poľných plodín boli sledované v rámci dlhodobého poľného pokusu zriadeného v roku 1999 na Experimentálnej báze Dolná Malanta na pseudoglejovej hnedozemi. V rámci dlhodobých experimentov počas obdobia 16 rokov, porovnávajúc ekologický a integrovaný poľný systém, boli dosiahnuté porovnateľné úrody pri pšenici letnej (po lucerne ako predplodine), kukurici na siláž, hrachu siatom a jačmeni siatom. Faktory, ktoré výraznou mierou ovplyvnili úrody pestovaných plodín bolo hnojenie (okrem hrachu) a pestovateľský ročník. Vyššie úrody boli dosiahnuté pri všetkých plodinách na hnojenom variante. Výživa rastlín organickými hnojivami a štruktúra plodín zohľadňujúca požiadavky ekologických systémov kompenzovali chemické externé vstupy nevyhnutné v integrovanom systéme.

Kľúčové slová: ekologický a integrovaný pestovateľský systém, úrody, výživa rastlín

Úvod

Ekologická poľnohospodárska produkcia má v podmienkach 21. storočia nespochybniteľne veľký význam a potenciál. Nielen z pohľadu riešenia problémov spojených s klimatickou zmenou, ale pri správne zvolenom manažmente, so zreteľom na celostný prístup, môže ponúknuť agromanažérom ekonomicky atraktívnu alternatívu konvenčnému poľnohospodárstvu.

Medzi najväčšie benefity ekologickej produkcie patrí zvýšenie organickej hmoty a obsahu dusíka v pôde, nižšie vstupy fosílnych palív, porovnateľné úrody s konvenčným poľnohospodárstvom, zachovanie pôdnej vlhky a zlepšenie vodného manažmentu - najmä v období dlhodobého sucha. Navyše, môže sa stať vo veľa smeroch inšpiráciou pre konvenčné poľnohospodárstvo, ktoré sa po osvojení jeho praktík môže stať udržateľnejším a ekologickejšim (Pimental a kol., 2005).

Čo sa týka ekonomiky konkrétnych poľnohospodárskych podnikov, ich finančnej výkonnosti, resp. rentability ekologickej produkcie ako takej, niektoré dlhodobé štúdie uvádzajú, že pri správne zvolenom manažmente, vhodnom striedaní plodín a výbere

najvhodnejších plodín a odrôd, môže byť ekologická produkcia (vysoko) rentabilná (Coulter a kol., 2011, Delate a kol., 2003; Delbridge a kol. 2011, 2013; Chavas a kol., 2009).

Materiál a metódy

Polné pokusy ekologických a integrovaných pestovateľských systémov boli založené na Experimentálnej báze FAPZ Dolná Malanta, SPU v Nitre. Lokalita výskumnej bázy má charakter roviny s nevýrazným sklonom k juhu, nadmorská výška dosahuje 177 - 178 m. n. m. Územie patrí do veľmi teplej oblasti s miernou zimou. Priemerná dlhodobá teplota vzduchu (1961 – 1990) je 9,8 °C, počas vegetačného obdobia je to 16,4 °C. Dlhodobý ročný úhrn zrážok je 532,5 mm. (Špánik a kol., 2002). Hlavnou pôdnou jednotkou je hnedozem pseudoglejová na sprašových a polygénnych hlinách. Pôdny profil má tri horizonty – A1, Bt a C, z ktorých hlavným a určujúcim je luvický Bt horizont (Hanes a kol., 1993).

Šesťhonové oševné postupy ekologického (ES) a integrovaného (IS) systému hospodárenia, založené od roku 1999 pozostávajú z nasledovných sledov plodín: ES - bôb s podsevom lucerny – lucerna – pšenica letná forma ozimná – hrach siaty – kukurica na siláž – jačmeň siaty. Integrovaný systém: pšenica letná – hrach siaty – pšenica letná – kukurica na siláž – jačmeň siaty – lucerna (tri roky na mimorotačnom hone). Pokusné parcely sú v rámci oboch systémov rozdelené na hnojený a nehnojený variant. Pri hnojenom variante ES je aplikovaných 40 t maštalného hnoja ku kukurici na siláž, zatiaľ čo pri IS sú popri 40 t maštalného hnoja aplikované aj priemyselné hnojivá. Regulácia zaburinenosti v ES je založená na preventívnych, nepriamych opatreniach a mechanickej regulácii.

Cieľom pri IS je dosiahnutie zlepšenia v stredno-dobom horizonte, pri ES je cieľom zlepšenie v dlhodobom horizonte.

Tab. 1 Štruktúra plodín v ekologickom a integrovanom systéme

Ekologický systém	Integrovaný systém
Obilniny 33,3%	Obilniny 50,0%
Viacročné krmoviny 33,3%	Viacročné krmoviny 16,7%
Strukoviny 16,7%	Strukoviny 16,7%
Okopaniny 16,7%	Okopaniny 16,7%

Kvantitatívne ukazovatele všetkých poľných plodín boli analyzované počas 16-tich po sebe nasledujúcich rokov (2001/2002 – 2016/2017) v štyroch opakovaníach.

Získané experimentálne údaje boli štatisticky vyhodnotené viacfaktorovou analýzou rozptylu (ANOVA), zdrojom variability boli systémy hospodárenia, plodiny, hnojenie, opakovania a ich interakcie. Signifikantné rozdiely medzi faktormi boli stanovené F-testom na hladine významnosti $p < 0,05$, $p < 0,01$ a $p < 0,001$. V prípade preukaznosti, bol použitý Fisherov test na hladine významnosti $p < 0,05$, na identifikáciu signifikantne rozdielnych priemerov. Na štatistickú analýzu bol využitý program STATISTICA verzia 10.0.

Cieľom predkladaného príspevku je zhodnotiť dlhodobý vplyv (16 rokov) systému hospodárenia a hnojenia na úrody poľných plodín.

Výsledky a diskusia

Externé vstupy sa medzi jednotlivými poľnohospodárskymi systémami výrazne líšia. Pri konvenčných systémoch sú využívané vyššie vstupy, ako napr. syntetické hnojivá a chemické prípravky na ochranu rastlín. Naopak, pri ekologickom systéme sú externé vstupy výrazne limitované, resp. zakázané, využívajúc v maximálnej možnej miere biologické regulačné mechanizmy, kolobeh živín a postupy na zlepšenie zdravotného stavu plodín (Lacko-Bartošová a Neugschwandtner, 2012).

Na základe štatistického hodnotenia úrod pestovaných plodín v ES a IS v priebehu 16

rokov je možné konštatovať, že pestovateľský systém nemal signifikantný vplyv na úrody kukurice na siláž, hrachu siateho, jačmeňa jarného a pšenice letnej, ktorá bola pestovaná po predplodine lucerna v oboch systémoch hospodárenia (Tabuľka 2). Pri lucerne boli v rámci integrovaného systému dosiahnuté štatisticky významne vyššie úrody o 2,5 t.ha⁻¹.

Tab. 2 Vplyv pestovateľského systému na úrodu poľných plodín (t.ha⁻¹), 16 - ročný priemer

Plodina	Ekologický	Integrovaný	Preukaznosť
Lucerna*	42,10	44,60	*
Kukurica na siláž*	61,20	60,30	ns
Hrach siaty	3,12	3,13	ns
Jarný jačmeň	4,03	4,00	ns
Pšenica letná (po lucerne)	4,86	4,98	ns

*28% sušiny; ns – štatisticky nepreukazné; *štatisticky preukazné na hladine p < 0,05

Signifikantne významný bol vplyv hnojenia na úrodu všetkých plodín, okrem hrachu (Tabuľka 3). Zvýšenie úrod vplyvom hnojenia pri kukurici na siláž a pšenici letnej predstavovalo 10,4%, avšak najvyšší vplyv hnojenia bol zaznamenaný pri jačmeni siatom o 18,1%, najnižší pri lucerne, a síce 6,0%. V našich predchádzajúcich prácach sa zistil preukazný vplyv hnojenia na počet produktívnych odnoží pri pšenici letnej na m⁻², na počet zŕn na m⁻² a hmotnosť tisícich zŕn - HTZ (o 4,4%; 4,98% a 2,5%).

Tab. 3 Vplyv hnojenia na úrody plodín (t.ha⁻¹) v rámci 16 – ročného priemeru

Plodina	Hnojenie	Úroda	Preukaznosť
Kukurica na siláž	+	64,1	*
	-	57,4	*
Hrach siaty	+	3,18	ns
	-	3,08	ns
Lucerna	+	44,7	*
	-	42,0	*
Jačmeň siaty	+	4,41	*
	-	3,61	*
Pšenica letná	+	5,19	*
	-	4,65	*

+ hnojený variant; - nehnojený variant; ns – štatisticky nepreukazné; *štatisticky preukazné na hladine p < 0,05

V rámci integrovaného systému bola pšenica letná pestovaná po predplodinách – hrach siaty, jačmeň siaty a lucerna. Pšenica výrazne reagovala na predplodinu, najvyššia úroda bola dosiahnutá po hrachu 5,45 t.ha⁻¹, druhá najvyššia po predplodine jarný jačmeň 5,22 t.ha⁻¹ - čo bolo signifikantne viac ako po lucerne, bez ohľadu na pestovateľský systém. Príčinou nižších úrod po lucerne ako viacročnej plodine v bezzávlahových podmienkach môže byť vyššie odčerpanie pôdnej vlhky hlbokokoreniacou lucernou v porovnaní s jednoročnými plodinami hrach siaty a jačmeň siaty.

Efektívnosť využitia zrážok na tvorbu úrody v rokoch 1999 – 2008 bola v ekologickom systéme nižšia ako v integrovanom z dôvodu zvýšenej dostupnosti zdrojov (Lacko-Bartošová and Neugschwandtner, 2012). Bai a kol. (2008) uvádzajú, že pri nadpriemerných zrážkach sa stávajú limitujúcimi pri tvorbe úrody iné faktory, ako napríklad obsah prístupného dusíka v pôde.

Vhodnosť pšenice na finálne využitie je determinované mnohými fyzikálnymi, chemickými a nutričnými vlastnosťami zrna. Technologická kvalita závisí od genetických

faktorov, environmentálnych podmienok, systémov hospodárenia, agrotechnickej praxe a iných (Lacko-Bartošová a Smatanová, 2012). L-Baeckstrom a kol. (2004) uvádzajú, že existujú výrazné rozdiely v pekárskej kvalite ekologicky a konvenčne pestovanej pšenice - v prospech konvenčnej. V semi-arídnych podmienkach južného Slovenska neboli kvalitatívne a reologické vlastnosti pšenice výrazne ovplyvnené pestovateľským systémom, ale skôr výživou a predplodinou (Lacko-Bartošová a Smatanová, 2012).

Záver

V rámci dlhodobých experimentov (16 rokov) boli dosiahnuté porovnateľné úrody v ekologickom a integrovanom pestovateľskom systéme pri pšenici letnej (po lucerne ako predplodine), kukurici na siláž, hrachu siatom a jačmeni siatom. Faktory, ktoré výraznou mierou ovplyvnili úrody pestovaných plodín bolo hnojenie (okrem hrachu) a pestovateľský ročník. Vyššie úrody boli dosiahnuté pri všetkých plodinách na hnojenom variante. Výživa rastlín organickými hnojivami a štruktúra plodín zohľadňujúca požiadavky ekologických systémov kompenzovali chemické externé vstupy nevyhnutné v integrovanom systéme.

Literatúra

1. Bai, Y. – Xing, Q. – Pan, Q. – Huang, J. – Yang, D. – Han, X.: Primary production and rain use efficiency across a precipitation gradient on the Mongolia plateau, In: Ecology, 2008, č. 89, s. 2140 - 2153.
2. Coulter, J. A. - Sheaffer, C. C. - Wyse, D. L. - Haar, M. J. - Porter, P. M. - Quiring, S. R. - Klossner, L. D.: Agronomic performance of cropping systems with contrasting crop rotations and external inputs. In: Agron. J., roč. 103, 2011, s. 182 – 192.
3. Delate, K. - Duffy, M. - Chase, C. - Holste, A. - Friedrich, H. - Wantate, N.: An economic comparison of organic and conventional grain crops in a long-term agroecological research (LTAR) site in Iowa. In: Am. J. Altern. Agric., roč. 18, 2003, s. 59 – 69.
4. Delbridge, T. A. - Coulter J. A. - King, R. P. et al.: Economic performance of long-term organic and conventional cropping systems in Minnesota, In: Agronomy Journal, 2011, Vol. 103, Issue 5.
5. Delbridge T. A. - Fernholz C. - King R. P. - Lazaru W.: A whole-farm profitability analysis of organic and conventional cropping systems, Agricultural systems, 2013, Vol. 122, s. 1 – 10.
6. Hanes, J. - Mucha, V. - Sisák, P. - Slovák, R.: Charakteristika hneдоземnej pôdy na výskumno.experimentálnej báze AF VŠP Nitra – Dolná Malanta, Nitra, In: VES VŠP, 1993, ISBN 80-7137-238-2.
7. Chavas, J. P. - Posner, J. L. - Hedtcke, J. L.: Organic and conventional production systems in the Wisconsin integrated cropping systems trial: II. Economic and risk analysis 1993 – 2006, In: Agron. J., 2009, Vol. 101, s. 288 – 295
8. Lacko-Bartošová, M. – Neugschwandtner, R.: Rainfall use efficiency of winter wheat grown in different farming systems. Novénytermelés, 2012 – vol.61. - Suppl. - s. 455-458.
9. Lacko-Bartošová, M. – Smatanová, N.: Technological Quality of *Triticum aestivum* L. cultivated in sustainable farming systems – indirect baking quality. In: Research Journal of Agricultural science, 2012, č. 44(1), s. 94-98.
10. L-Baeckstorm, G. – Hanell, U. – Svensson, G.: Baking quality of winter wheat grown in different cultivation systems. A holistic approach. In: Journal Sustainable Agriculture, 2004, č. 24, s. 53-79.
11. Pimentel, D. P. - Hepperly, J. - Hanson, J. - Doubs, D. - Seidel, R.: Environmental, energetic and economic comparisons of organic and conventional farming systems, In: Bioscience, 2005, Vol. 55, s. 573–582.
12. Špánik, F. - Repa, Š. – Šiška, B.: Agroklimatické a fenologické pomery Nitry. Nitra, In: VES SPU, 2002, ISBN 80-7137.985-5, s. 39.

Kontaktná adresa

prof. Ing. Magdaléna Lacko-Bartošová, CSc., Katedra udržateľného poľnohospodárstva a herbológie, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, SPU v Nitre, e-mail: magdalena.lacko-bartosova@uniag.sk

ZHUTNENIE PÔDY VO VZŤAHU K JEJ OBRÁBANIU V POKUSOCH NPPC – VÚRV V PIEŠŤANOCH SOIL COMPACTION IN RELATION TO ITS TILLAGE IN EXPERIMENTS NAFC – RIPP IN PIEŠŤANY

Rastislav BUŠO – Roman HAŠANA

Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav rastlinnej výroby
Piešťany

Abstract

In the paper, the effect of different tillage (conventional, minimization, no-till) in three different years on soil compaction was monitored. The value of soil compaction was, in average years, least in no-till technology. When the weather is balanced, compaction is not so significant. In this year we watched the advantages in reduced technologies, especially in the years when high temperatures are combined with a more rainfall deficit. Significant differences between technologies have been hot and dry in all years. Conservation technologies are climatically suitable worse the year in the soil compaction.

Keywords: soil compaction, different tillage, conventional, minimization, no – till, Penetrologger, MPa

Súhrn

V príspevku bol sledovaný vplyv rôznych technológií obrábania pôdy (konvenčná, minimalizačná, no-till) na zhutnenie pôdy, v troch rôznych pestovateľských ročníkoch. Zhutnenie pôdy bolo, v priemere ročníkov, najnižšie v no-till technológii. Ak je počasie vyrovnanjšie, zhutnenie nie je také výrazné. V týchto ročníkoch sme pozorovali výhody konzervačných technológií, najmä v ročníkoch, keď sú vysoké teploty kombinované s väčším deficitom zrážok. V teplých a suchých ročníkoch boli významné rozdiely medzi technológiami. Konzervačné technológie sú, v klimaticky horšom ročníku, vhodnejšie pri redukcii zhutňovania pôdy.

Kľúčové slová: zhutnenie pôdy, rôzne obrábanie, konvenčné, minimalizačné, no-till, Penetrologger, MPa

Úvod

Obrábanie pôdy predstavuje energeticky a ekonomicky najnáročnejšiu časť produkčného procesu, pričom je jedným zo základných prvkov technologických systémov na ornej pôde, ktorý sa podieľa na zmene fyzikálno-chemicko-biologických pomerov v pôde. V celosvetovom meradle sa najmä preto uplatňujú snahy na uplatnenie tzv. konzervačných systémov obrábania pôdy. Ich podstatou je rôzny stupeň obmedzenia konvenčného obrábania pôdy orbou, t. j. obracania vrchného plástu pôdy a jeho náhrada rôznymi spôsobmi minimalizačného obrábania pôdy s ponechaním pozberových zvyškov. Tieto technológie chránia pôdu pred eróziou, zhutnením a rozrušením štruktúry (Nozdrovický, 1999).

V ostatných rokoch sa čoraz častejšie pri obrábaní využíva aj priama sejbá do neobrobenej pôdy, ktorá je krajnou formou pôdoochranných technológií (Kováč et al., 2010). Diferencovaným aspektom konzervačného obrábania pôdy sa v zahraničí venovali napr. López-Fando – Almendros (1995), Suškevič (1995), Etana et al. (1999), Čupa (2000), Hao et al. (2001), Knežević et al. (2003), Matula (2003), Stipešević - Kladivko (2005). V našich podmienkach sa týmito technológiami zaoberali viacerí autori, ako napr. Miština et al. (1993), Žák et al. (2002), Hnát et al. (2003), Kováč et al. (2005), Kotorová - Hnát (2005), Žembery (2016), Kotorová (2017).

Rozvoj technológií obrábania pôdy v SR, podobne ako aj v iných krajinách s vyspelým poľnohospodárstvom, je vyvolaný ekonomickým tlakom na znižovanie nákladov a energie a ekologickými požiadavkami na zastavenie procesov zhoršovania pôdných vlastností. V ostatných 30 rokoch sa v podmienkach Slovenska dvojnásobne zvýšil odpor pôdy pri orbe a ďalších zásahoch, čo svedčí o zhoršení fyzikálneho stavu a biologickej činnosti pôdy. To vedie k potrebe prehodnotenia tradičných technológií obrábania pôdy a energeticky náročných pracovných operácií (Molnárová, 2000). Bajla (1999) uvádza, že nové spôsoby agrotechniky i nová technika zavádzaná v poslednom období do poľnohospodárstva vedú k efektívnejšiemu využívaniu pôdy, ale súčasne prinášajú negatívne dôsledky intenzívnych foriem hospodárenia. Medzi ne patrí i utláčanie pôdy spôsobované faktormi prírodnými a antropogénnymi.

V krajinách s vysokou úrovňou agrotechnického myslenia sa postupne prechádza od konvenčného obrábania pôdy s obracaním jej povrchovej vrstvy pluhom s odhrňovačkou na racionálnejšie a ekologicky vhodnejšie systémy obrábania pôdy nazývané konzervačné, ochranné, redukované, vrátane sejby do neobrobenej pôdy. Nadmerné zhutnenie pôdy (kompakcia) má za následok zníženie pôdnej úrodnosti v podobe zhoršených fyzikálnych, chemických a biologických vlastností pôdy. Od toho sa odvíja i ďalší proces degradácie pôdy v podobe zlého hospodárenia s vodou (zvýšená objemová hmotnosť, nižšia pórovitosť, zamokrenie, rýchly odtok z plochy, erózia), vysokého mechanického odporu prenikajúcich koreňov rastlín, ale i pracovného náradia mechanizmov na obrábanie pôdy. Zhutnenie je dvojaké: primárne - dané genetickými vlastnosťami pôdy a sekundárne - spôsobené činnosťou človeka. Sekundárne zhutnenie môže vznikáť priamo a nepriamo. Priame vzniknutie je vplyvom kolies mechanizmov, nepriame nesprávnym hospodárením (hnojenie, oševné postupy, ...). Kompakciou je u nás ohrozených asi 800 tisíc ha poľnohospodárskej pôdy (Bielek, 2006).

Cieľom príspevku je v časovom období ročníkov 2015/2016 – 2017/2018 zdokumentovať vplyv rôznych spôsobov obrábania pôdy v pokusoch NPPC – VÚRV v Piešťanoch na zhutnenie pôdy v súvislosti s poveternostnými pomermi v sledovaných ročníkoch.

Materiál a metódy

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

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

V rámci riešenia predmetnej problematiky sú skúšané tri technológie obrábania pôdy: konvenčná, minimalizačná, 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 %.

No-till (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.

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

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

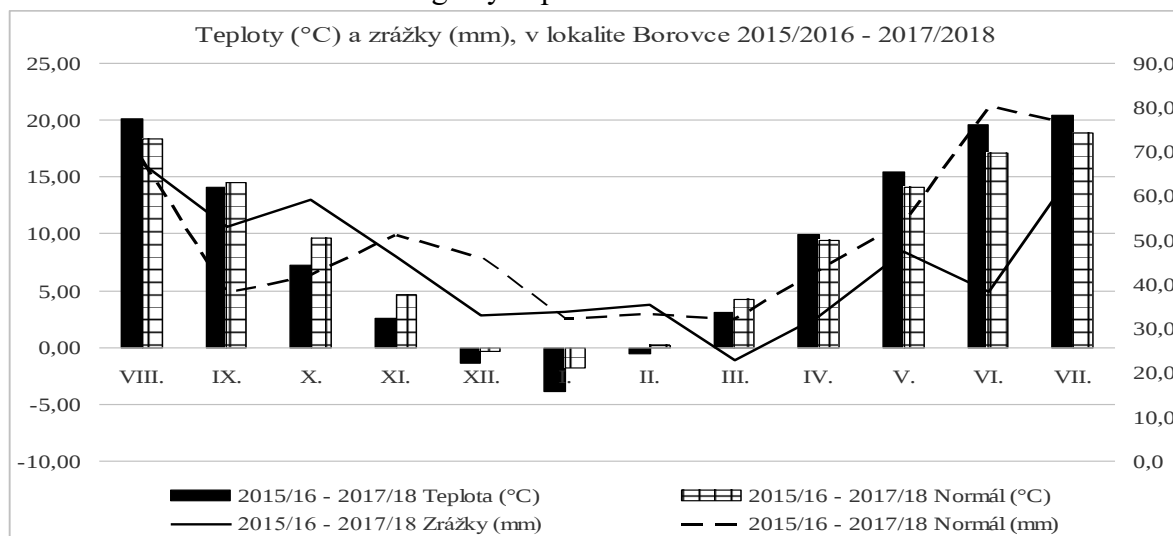
Pôdna vlastnosť	Pôdny druh (zrnnosť pôdy, textúra)					
	IL	IH	HL	PH	HP	PI
Penetrometrický odpor (MPa)	2,8	3,2	3,7	4,5	5,5	6,0
	– 3,2	– 3,7	– 4,2	– 5,0		

Pôdny druh:

IL – Ílovitá, IH - Ílovito – hlinitá, HL – Hlinitá, PH - Piesočnato – hlinitá, HP - Hlinito – piesočná, PI - Piesočná

Hodnotenie meteorologických ukazovateľov sme sústredili na pestovateľské ročníky 2015/2016 – 2017/2018, ktoré sa, tak v zrážkach ako i v teplotách, prejavovali ako kritické pre priebeh zhutnenia pôdy. Na obrázku 1 je uvedené grafické znázornenie priebehu teplôt vzduchu a zrážok v priemere daných ročníkov.

Obr. 1 Charakteristika meteorologických pomerov v ročníkoch 2015/2016 – 2017/2018



Výsledky a diskusia

Spôsob obrábania pôdy, spolu s priebehom klimatických a poveternostných podmienok, zohráva veľmi dôležitú úlohu v systéme hospodárenia na pôde.

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

Ročník 2015/2016 hodnotíme z meteorologického hľadiska ako zrážkovo i teplotne nadnormálny. Podieľali sa na tom najmä zrážkovo nadnormálne mesiace október, január, február, máj a júl a teplotne nadnormálne mesiace august, december, február, jún a júl. Samotné zhutnenie pôdy sa pohybovalo od 2,05 MPa pri konvenčnej technológii (KT) po 2,22 MPa pri technológii bezorbovej (NT). Limitné hodnoty penetrometrického odporu zhutnenej poľnohospodárskej pôdy podľa zákona č. 220/2004 Z. z. neboli prekročené, práve naopak, v tomto roku sme pozorovali prekročenie hodnoty 2 MPa len mierne nad túto hodnotu. Šimon – Lhotský (1989) udávajú pre hlinitú pôdu merný odpor 3,8 – 4,2 MPa a pre ílovitú pôdu 3,2 – 3,7 MPa. Podľa Bedrnu (2002) môžeme penetrometrický odpor pôdy do 4 MPa hodnotiť ako nízku mieru pedokompakcie, 4 – 5 MPa strednú mieru a nad 5 MPa vysokú mieru pedokompakcie.

Iná situácia nastala v ročníku 2016/2017, tento bol chladnejší a suchší. Z pohľadu teplôt sa na tom podieľali jesenné a zimné mesiace, keď od októbra do februára sme pozorovali výrazne nižšie teploty ako je dlhodobý normál. Nižšie zrážky sme pozorovali i v zimných a letných mesiacoch ročníka 2016/2017, pričom priemerný úhrn bol o takmer 2001 mm nižší ako dlhodobý normál (395,60 mm, v porovnaní s 595,00 mm). Toto malo vplyv i na zhutnenie pôdy, keď najvyššie hodnoty sme zistili v konvenčnej technológii (KT) (3,19 MPa), v porovnaní s 2,60 MPa v technológii bezorbovej. Technológie minimalizačného a no-till obrábania pôdy vedeli dobre hospodáriť s vlhcou v týchto problematických pôdno klimatických pomeroch a hodnoty zhutnenia sa pohybovali od 2,60 MPa v bezorbovej technológii (NT) po 2,81 MPa v technológii minimalizačnej (MT).

Ročník 2017/18 bol znovu iný ako predchádzajúce, keď kolísali teploty, pričom mesiace september, október, november, február, marec boli chladné, no od apríla do júla boli teploty o 2 až 4 °C vyššie ako dlhodobý normál. To malo za následok, že priemerná teplota v tomto ročníku bola vyššia ako dlhodobý normál. Avšak zrážkovo bol tento ročník o viac ako 100 mm suchší (493,00 mm, v porovnaní so 595,00 mm), na čom sa najmä podieľali zrážkovo podnormálne jarné a letné mesiace, keď spadlo aj o 50% menej zrážok ako je dlhodobý normál.

Tieto nepriaznivé hodnoty sa podieľali na zhutnení, keď najnižšie hodnoty sme pozorovali pri bezorbovom obrábaní (no-till) (2,24 MPa). Najvyššie zhutnenie, i keď nie limitujúce z pohľadu zákona č. 220/2004 Z. z., bolo pri minimalizačnej technológii (3,05 MPa). K podobným výsledkom dospeli Kováč et al. (2010), ktorí 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 redukujú zhutnenie pôdy.

V priemere ročníkov 2015/2016 – 2017/2018 (Obr. 1) boli priemerná teplota i suma zrážok (8,90 °C, 533,23 mm) nižšie ako dlhodobý normál (9,08 °C, 595,00 mm). Bolo to dané najmä nižšími teplotami v zimných mesiacoch (december -1,43 °C, január -3,89 °C, február -0,52 °C) a skoro na jar (marec 3,04 °C) a najmä nižšími zrážkami na jar (marec 22,8 mm, apríl 32,6 mm, máj 47,2 mm) a v lete (jún 38,1 mm, júl 65,3 mm).

V priemere ročníkov 2015/2016 – 2017/2018 (Obr. 2) sme najvyššie zhutnenie pôdy (2,65 MPa) zistili v minimalizačnej technológii (MT), pričom najnižšie zhutnenie (2,36 MPa) sme pozorovali v technológii bezorbovej (NT). Autori Halmo a i (2015) uvádzajú, že okrem povrchovej vrstvy 0,0-0,1 m, bolo v ich pozorovaní zhutnenie zaznamenané vo vrstve 0,1-0,4 m v orbovom aj bezorbovom systéme obrábania v lokalite Veľké Bedzany

a v bezorbovom v lokalite Malé Bedzany, keď miera utlačenia bola značne vyššia v bezorbovom systéme.

Ročník mal štatisticky vysokopreukazný podiel na úrovni zhutnenia. Obrábanie malo štatisticky vysokopreukazný podiel na úrovni zhutnenia.

Trend nárastu zhutnenia pôdy v priebehu ročníkov (Obrázok 2) možno pozorovať pri technológii minimalizačnej, čo možno pripísať najväčšej reakcii na klimatické pomery pestovateľských ročníkov.

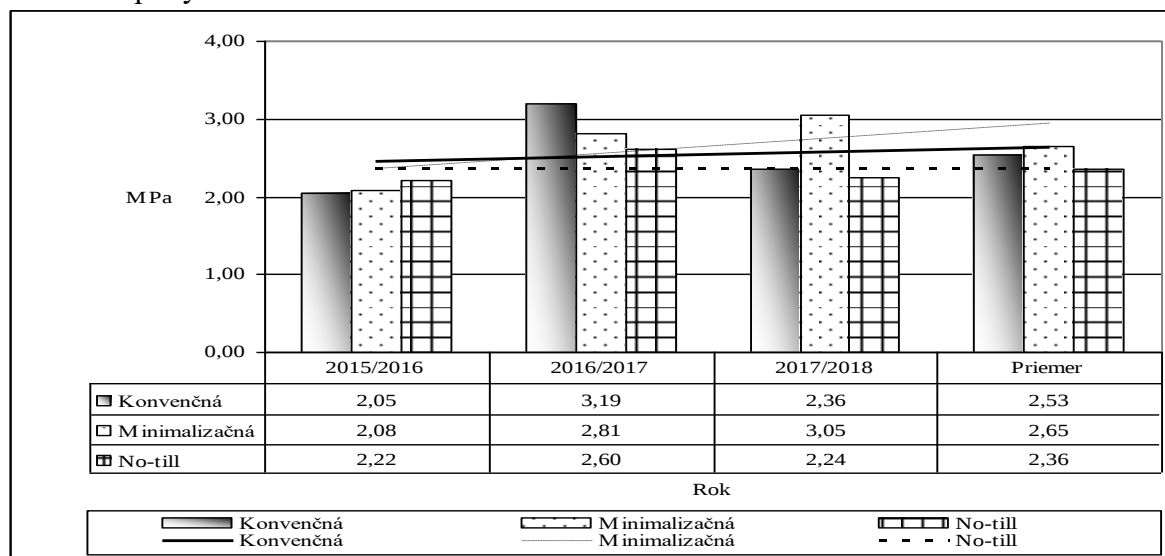
V závislosti od miery záťaže a poveternostných príp. pôdnych podmienok v čase pracovných úkonov dosahuje pôda určitý rovnovážny stav (od posledného kyprenia asi za 7-10 rokov), ktorý sa s ďalšími prejazdami nemení pri zachovaní daných podmienok (Lhotský, 2000).

To malo i podiel na tom, že pri tomto spôsobe obrábania sme pozorovali, v priemere ročníkov, najvyššie zhutnenie (2,65 MPa). K podobným výsledkom došli i Kobza a i. (2005).

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

Pri používaní dnes tak veľmi potrebnej výkonnej mechanizácie nevyhnutnej pre udržanie konkurencieschopnosti podnikov v trhovej ekonomike, no i patrične ťažkej, je bez určitých preventívnych opatrení (Kobza a kol. 2005) náročné dosiahnuť fyzikálny stav pôdy pod limitmi zhutnenia.

Obr. 2 Hodnoty zhutnenia pôdy v profile 0 – 0,80 m v pokuse s rôznymi technológiami obrábania pôdy v ročníkoch 2015/2016– 2017/2018



Hdd obráb. = 0,3171 ++

Hdd ročník = 0,64495 ++

Záver

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

- Výraznejšie rozdiely medzi technológiami sa prejavili v chladnejšom a suchšom ročníku 2016/2017.
- Zhutnenie pôdy, v priemere ročníkov, bolo najnižšie no-till technológii.
- Ak je počasie, z pohľadu zrážok a teplôt vyrovnannejšie, zhutnenie nie je také výrazné.

- Konzervačné technológie v klimaticky horších ročníkoch, môžu byť vhodnejšie z pohľadu zhutnenia pôdy.
- Z pohľadu zhutnenia pôdy z časové obdobie ročníkov 2015/2016 – 2017/2018 možno sledovať tendenciu naznačujúcu prednosti konzervačných technológií, predovšetkým v rokoch kedy sa kombinujú vysoké teploty s výraznejším deficitom zrážok.
- V súčinnosti s ekonomikou je významným aj prínos redukovaných technológií z hľadiska zlepšenia pôdných fyzikálnych, chemických vlastností, zvýšenia činnosti pôdneho makro a mikro edafónu, zamedzenia vodnej a veternej erózie, obmedzenia produkcie skleníkových plynov a ďalších vlastností.

Literatúra

1. BAJLA, J.: Meranie utlačenia pôdy pomocou penetračnej metódy. Poľnohospodárstvo, 45, č. 3, 1999, s. 215 – 230, ISSN 0551 – 3677
2. BIELEK, P.: Pôda pre život. Informačná brožúra vydaná pri príležitosti Medzinárodného roka boja proti dezertifikácii a suchu. Výskumný ústav pôdozvedectva a ochrany pôdy, Bratislava, 2006.
3. BEDRNA, Z.: Environmentálne pôdozvedectvo. vyd. Bratislava: VEDA Vydavateľstvo Slovenskej akadémie vied, 2002. 352 s. ISBN 80 – 224 – 0660 – 0
4. ETANA, A. et al.: Effects of tillage depth on organic carbon content and physical properties in five Swedish soils. In: Soil Tillage Res., vol. 52, 1999, N. 3-4, pp. 129-139. ISSN 0167-1987
5. HALMO, S. – SZLOVÁKOVÁ, T. – ŠIMANSKÝ, V. – CHLPÍK, J. – POLLÁKOVÁ, N.: Porovnanie miery zhutnenia hneďozeme obrábanej bezorbovou a konvenčnou technológiou. Pestovateľské technológie a ich význam pre prax. Zborník zo 6. vedeckej konferencie s medzinárodnou účasťou, Piešťany, 1.12. 2015, s. 45 – 48, ISBN 978-80-89417-66-7
6. HAO, X. – CHANG, C. – LINDWALL, C. W.: Tillage and crop sequence effects on organic carbon and total nitrogen content in an irrigated Alberta soil. In: Soil Tillage Res., vol. 62, 2001, N. 3–4, pp. 167-169. ISSN 0167-1987
7. HNÁT, A. – MATI, R. – BALLA, P.: Špecifiká využívania bezorbového systému v podmienkach ťažkých pôd Východoslovenskej nížiny. In: Udržateľné poľnohospodárstvo a rozvoj vidieka. Nitra: SPU, 2003, pp. 52-55. ISBN 80-8069-246-7
8. KNEŽEVIČ, M. – DURKIČ, M. – KNEŽEVIČ, I. – LONČARIČ, Z.: Effects of pre-and post-emergence weed control on weed population and maize yield in different tillage systems. In: Plant Soil Environ., vol. 49, 2003, N. 5, pp. 223-229. ISSN 1214-1178
9. KOBZA a i.: URL: https://www.enviroportal.sk/uploads/2011/08/page/informacny-system-zp/cms_3/PODA/Sprava_CMS_poda_2005.pdf
10. KOBZA, J.: Postavenie a význam monitoringu pôd pri ich ochrane a využívaní v európskom kontexte. In: Zborník prednášok VII. zjazdu Slov. spoločnosť pre poľnohosp., les, potravinárske vedy pri SAV, Bratislava 8.9.2005, D. Pedolog. sekcia, 2005 (vyšlo v r. 2006), s. 29-31
11. KOTOROVÁ, D. – HNÁT, A.: Vplyv spracovania fluvizemí na ich fyzikálne vlastnosti a na úrodu zrna kukurice (Effect of fluvisols tillage on their physical properties and on maize yield) In: Agriculture (Poľnohospodárstvo), vol. 51, 2005, N. 10, pp. 521-527. ISSN 0551-3677
12. KOVÁČ, K. et al.: Minimalizačné a pôdoochranné technológie. Nitra: Agroinštitút, š. p., 2010, 142 s. ISBN 978-80-7139-139-5

13. KOVÁČ, K. – MACÁK, M. – ŠVANČÁRKOVÁ, M.: The effect of soil conservation tillage on soil moisture dynamics under single cropping and crop rotation. In: Plant Soil Environ., roč. 51, 2005, N. 3, pp. 124 -130. ISSN 1214-1178
14. LHOTSKÝ, J. 2000: Půdy ohrožené zhutněním a opatření proti němu. Farmár, 2000, s. 32 – 33
15. LÓPEZ-FANDO, C. – ALMENDROS, G.: Interactive effects of tillage and crop rotations on yield and chemical properties of soils in semi-arid central Spain. In: Soil Tillage Res., vol. 36, 1995, N. 1-2, s. 45-57. ISSN 0167-1987
16. MATULA S.: The influence of tillage treatments on water infiltration. In: Plant, Soil Environ., vol. 49, 2003, N. 7, pp. 298-306. ISSN 1214-1178
17. MIŠTINA, T. et al.: Ochranné obrábanie pôdy (Protective tillage of soil). 1. vyd. Piešťany : VÚRV, 1993. 167 p. ISBN 80-7137-125-4
18. MOLNÁROVÁ, J. a i.: Vplyv obrábania pôdy na výšku úrody zrna jačmeňa ozimného. In: Aktuálne problémy riešené v agrokomplexe. Zborník z medzinárodného vedeckého seminára, 2000, s. 146 – 148, ISBN 80 – 7137 – 801 – 1
19. NOZDROVICKÝ, L.: Perspektívy rozšírenia minimalizačných technológií obrábania pôdy. In: Naše pole, roč. III. 1999, č. 2, s. 16 – 17
20. STIPEŠEVIČ, B. – KLADIVKO, E. J.: Effects of winter wheat cover crop desiccation times on soil moisture, temperature and early maize growth. In: Plant Soil Environ., vol. 51, 2005, N. 6, pp. 255 -261. ISSN 1214-1178
21. SUŠKEVIČ, M.: Dlouhodobý vliv různého zpracování půdy na výnosy zrna kukuřice a ozimé pšenice. In: Rostl. výr., vol. 41, 1995, N. 2, pp. 55-58. ISSN 0370-663X
22. ŠIMON J. – LHOTSKÝ J. a kol.: Zpracování a zúrodnování půd, SZN, Praha, 1989, 317 s.
23. ŽÁK, Š. – KOVÁČ, K. – LEHOCKÁ, Z.: Vplyv konvenčného a a bezorbového obrábania pôdy v rôznych systémoch hospodárenia na bilanciu pôdnej organickej hmoty (The influence of conventional and no-till technology on soil organic matter balance in various arable farming systems). In: Agriculture (Poľnohospodárstvo), vol. 48, 2002, N. 9, pp. 472-481. ISSN 0551-3677
24. ŽEMBERY, J.: Zmeny vlhkosti pôdy a úrody zrna kukurice siatej v závislosti od poveternostných podmienok, obrábania pôdy v interakcii s hnojením. In: Pestovateľské technológie a ich význam pre prax, Zborník zo 7 . medzinárodnej vedeckej konferencie, NPPC-VÚRV, 2016., s. 101 – 106, ISBN 978-80-89417-72-8
25. URL:<http://www.zbierka.sk/zz/predpisy/default.aspx?PredpisID=17855&FileName=04-z220&Rocnik=2004>

PodĎakovanie

Spracovanie príspevku bolo podporené finančnými prostriedkami v rámci projektu APVV-15-0160 “Eliminovanie degradačných procesov v pôde obnovením biodiverzity (BIOSOIL).

Kontaktná adresa

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, rastislav.buso@nppc.sk, roman.hasana@nppc.sk

VPLYV PODMIENOK PESTOVANIA NA FORMOVANIE PRVKOV ÚRODNOSTI A ÚRODU SEMENA HRACHU SIATEHO

INFLUENCE OF GROWING CONDITIONS ON THE FORMATION OF YIELD ELEMENTS AND YIELD OF PEA SEED

Eva CANDRÁKOVÁ

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, FAPZ, Katedra rastlinnej výroby a trávnych ekosystémov

Abstract

Field multifactor experiment with peas was carried out on the experimental basis Dolná Malanta in 2016 and 2017. Three methods of soil cultivation were investigated: O1 - conventional (plowing to a depth of 0.24 m), O2 - reduced (plowing to a depth of 0.15 m), O3 - minimal (disc tools to a depth of 0.12 m) and three fertilization variants: H1 - control without fertilization, H2 - fertilization with industrial fertilizers, H3 - fertilization with industrial fertilizers and incorporation of preceeding crop plant residues. A yield of seeds was high-significantly influenced by conditions of the year. We achieved the yield 3.17 t.ha⁻¹ in 2016 and only 1.94 t.ha⁻¹ in 2017. Fertilization had a positive but statistically non-significant effect on the seed yield. Peas responded significantly to soil cultivation on O2 variant (2.73 t.ha⁻¹) and O1 variant (2.66 t.ha⁻¹). After minimized soil preparation, the yield of pea seed was the lowest (2.26 t.ha⁻¹).

Keywords: field pea, yield, soil cultivation, fertilization.

Súhrn

Na experimentálnej báze Dolná Malanta sme v poľnom polyfaktorovom pokuse s hrachom siatym, v roku 2016 a 2017, skúmali tri spôsoby obrábania pôdy: O₁ - konvenčné (orba do hĺbky 0,24 m), O₂ - redukované (orba do hĺbky 0,15 m), O₃ - minimálne (tanierovanie do hĺbky 0,12 m) a tri varianty hnojenia: H1 - kontrola bez hnojenia, H2 - hnojenie priemyselnými hnojivami, H3 - hnojenie priemyselnými hnojivami a zapravenie rastlinných zvyškov predplodiny. Na úrodu semena pôsobili vysokopreukazne podmienky ročníka. V roku 2016 sme dosiahli úrodu 3,17 t.ha⁻¹ a v roku 2017 iba 1,94 t.ha⁻¹. Varianty hnojenia pôsobili na úrodu semena pozitívne, ale štatisticky nepreukazne. Hrach reagoval preukazne na obrábanie pôdy vo variante O₂ (2,73 t.ha⁻¹) a vo variante O₁ (2,66 t.ha⁻¹). Po minimálnej príprave pôdy bola úroda semena hrachu siateho najnižšia (2,26 t.ha⁻¹). Počet rastlín a počet semien v struku boli vo vysokej priamej závislosti k úrode semena hrachu siateho. Vysoká nepriama korelačná závislosť bola zistená medzi obrábaním pôdy a počtom strukov na rastline ($r=-0,43^{++}$). Hmotnosť tisíc semien bola vysokopreukazne ovplyvnená obrábaním pôdy (O₂=213,06 g) a variantmi hnojenia (H₂=211,08 g).

Kľúčové slová: hrach siaty, úroda, obrábanie pôdy, hnojenie.

Úvod

Strukoviny sú významným zdrojom rastlinných bielkovín využívaných v potravinárskom a krmivárskom priemysle. Výmera pestovaných strukovín sa zvyšuje po zavedení platby na poľnohospodárske postupy prospešné pre klímu a životné prostredie (tzv. greening). Záujem našich pestovateľov o zaradenie strukovín do osevných postupov sa však nezvyšuje, dokonca opäť výmera klesá i napriek známym benefítom pre pôdu a plodiny. Producenti dávajú prednosť menej náročným, úrodou stabilnejším, menej náchylným na choroby a dobre obchodovateľným plodinám. Na úroveň pestovania vplýva i počet a štruktúra hospodárskych zvierat. Podiel strukovín z výmery ornej pôdy v roku 2018 tvoril

0,8 % a v roku 2019 poklesol na 0,7 %. Najrozšírenejšou strukovinou je hrach siaty, ktorý v roku 2018 zaberá z výmery strukovín 70,5 %. Najviac strukovín sa pestuje v Nitrianskom kraji (35,4 %). Spotreba strukovín na jedného obyvateľa v roku 2018 bola 1,5 kg. Na Slovensku sa v roku 2018 zberali strukoviny z plochy 10 814 ha s úrodou 1,90 t.ha⁻¹, z toho hrach siaty tvoril 70,5 % so zberovou plochou 8 038 ha a úrodou 2,07 t.ha⁻¹. Z plochy zrnovín v roku 2019 tvoril podiel strukovín iba 1,2 % (Jamborová, 2019).

Cieľom príspevku je vyhodnotiť vplyv teplotných a vlhkových podmienok a vybraných intenzifikačných faktorov na formovanie prvkov úrodnosti a úrodu semena hrachu siateho.

Materiál a metódy

Polný polyfaktorový pokus bol založený na Výskumno-experimentálnej báze Fakulty agrobiológie a potravinových zdrojov SPU v Nitre nachádzajúcej sa v lokalite Dolná Malanta, v nadmorskej výške 170 m. Územie spadá do teplého, veľmi suchého, nížinného klimatického regiónu (Tobiášová a Šimanský, 2009). Pokus bol založený metódou dlhých pásov s kolmo delenými blokmi. Veľkosť pokusnej plochy variantu bola 20 m² (10 x 2) s tromi opakovaniami.

Spôsoby obrábania pôdy:

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

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

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

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

Varianty hnojenia:

H1 - kontrola bez hnojenia,

H2 - hnojenie priemyselnými hnojivami (P a K),

H3 - hnojenie priemyselnými hnojivami (P a K) a zapravenie rastlinných zvyškov predplodiny.

Predplodinou pre hrach siaty bola pšenica letná forma ozimná. Dávky priemyselných hnojív boli určené na základe analyticky zisteného obsahu prístupných živín v pôde na plánovanú úrodu semena 3 t.ha⁻¹. Normatív odberu živín jednou tonou semena a príslušného množstva slamy hrachu siateho bol použitý podľa autorov (Fecenko a Ložek, 2000): N 63 kg, P 7,4 kg, K 37,4 kg. Na jeseň bol aplikovaný 19 %-ný superfosfát a 60 %-ná draselná soľ. Pred sejbou bola použitá štartovacia dávka dusíka 30 kg.ha⁻¹ vo forme liadku amónneho s vápencom. Pôdna reakcia bola slabo kyslá. Termín sejby: 6. 3. 2016; 16. 3. 2017. Výsevok: 1 mil. klíč. semien na ha, hĺbka sejby 0,05 m, medziriadková vzdialenosť 0,125 m. Vysiata bola odroda Audit, ktorá je žltosemenná, stredne skorá, stredne vysoká až vysoká odroda typu semileafless s rýchlym počiatočným rastom určená pre produkciu suchého semena. Zber sa uskutočnil maloparcelovým kombajnom 7. 7. 2016 a 18. 7. 2017.

Získané výsledky boli vyhodnotené štatistickým softwarom Statgraphics *Plus*. Pre vyhodnotenie významnosti jednotlivých faktorov na sledované parametre bola použitá viacfaktorová analýza rozptylu (ANOVA). Rozdiely medzi variantmi boli posúdené LSD testom s minimálnou hladinou významnosti P 0,05.

Výsledky a diskusia

Pre úspešné pestovanie strukovín sú dôležité vlhkové podmienky v období klíčenia a vzhádzania, ako aj v období kvitnutia a nalievania semien. Výnimkou nie je ani hrach siaty. Najväčším limitujúcim stresorom pre hrach siaty je nedostatok vody, sucho alebo vodný stres, ktorý znižuje aktivitu všetkých enzýmov v plodine a spomaľuje jej rast. Najčastejšou príčinou nedostatku dostupnej vody pre plodinu sú klimatické pomery a priebeh počasia

(Krivosudská, 2012). Konštatovanie autorky potvrdzujú aj naše výsledky pochádzajúce z rokov pestovania 2016 a 2017. Ročníky sa vyznačovali rozdielnymi vlhovými podmienkami. V tabuľke 1 sú uvedené priemerné teploty a množstvá zrážok od januára, pretože pre klíčenie semien je dôležitá aj zásoba vody v pôde z obdobia pred sejbou. V roku 2016 bol bohatý na zrážky mesiac február, v ktorom ich množstvo prevýšilo trojnásobne dlhoročný normál. Hrach sme siali už 6. marca a na klíčenie mal k dispozícii dostatok vlhky. Naopak, v roku 2017 boli mesiace január, február aj marec chudobné na zrážky a tento trend pokračoval počas celého vegetačného obdobia hrachu siateho. Prejavilo sa to na formovaní prvkov úrodnosti a úrody semena hrachu siateho.

Tab. 1 Teploty a zrážky v rokoch 2016 až 2017 (január – jún)

Rok	Zrážky (mm)						
	január	február	marec	apríl	máj	jún	spolu
1961-1990	31,0	32,0	30,0	39,0	58,0	66,0	256,0
2016	29,6	99,0	32,4	24,8	89,0	26,0	300,8
2017	12,8	26,4	20,6	27,2	21,8	32,6	141,4
Rok	Teplota (°C)						
	január	február	marec	apríl	máj	jún	spolu
1961-1990	-1,7	0,7	5,0	10,4	15,1	18,0	7,91
2016	-2,1	3,8	4,3	9,3	13,6	17,8	7,78
2017	-9,1	0,1	6,2	7,0	13,4	18,3	5,98

Potvrdili sa zistenia autorov Doré et al. (1998), Gornall et al. (2010), Hanáčková et al. (2010), ktorí poukazujú na to, že hlavne v mesiaci máj pôsobia teplotné a vlhové podmienky na produkčný proces hrachu siateho. V roku 2016 prevýšili zrážky v mesiaci máj dlhoročný normál o 31 mm a úrodu semena sme dosiahli vysokopreukazne vyššiu (3,17 t.ha⁻¹) ako v roku 2017 (1,94 t.ha⁻¹), čo predstavovalo zvýšenie o 77 % (Tab. 2).

Tab. 2 Úroda semena hrachu siateho a HTS vyhodnotená programom Statgraphic Plus LSD testom

Faktor	Úroda semena (t.ha ⁻¹)	HTS (g)
Rok		
2016	3,17b	207,79a
2017	1,94a	208,11a
Spôsoby obrábania pôdy		
:K- konvenčné	2,66b	203,55a
R - redukované	2,73b	213,06b
M - minimálne	2,26a	207,25a
Variety hnojenia		
H1 - kontrola	2,45a	206,61a
H2 – priem. hnojivá	2,71a	211,08b
H3 – priem. hnojivá + pozberové zvyšky	2,50a	206,17a

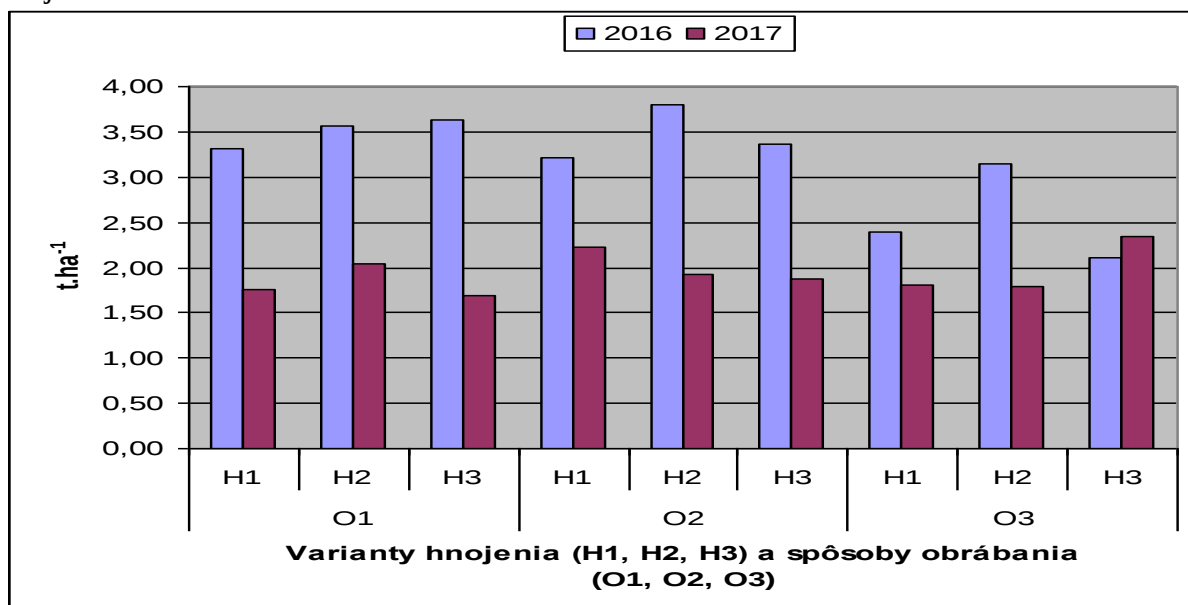
Preukazne vyššie úrody boli zistené pri obrábaní pôdy, v ktorom bol použitý pluh vo variante K (2,66 t.ha⁻¹) a vo variante R 2,73 t.ha⁻¹). Žák et al. (2012) uvádzajú potrebu kyprenie pôdy pre pestovanie hrachu do hĺbky 250 až 300 mm. Najnižšia úroda semena bola zaznamenaná pri minimálnom spôsobe obrábania pôdy (2,26 t.ha⁻¹). Vyššie úrody v prospech

orby uvádzajú Hanáčková et al. (2012) a Woźniak (2013).

Pri pestovaní strukovín sa nepoužívajú vysoké dávky priemyselných hnojív, najmä dusíkatých. Strukoviny prostredníctvom hrčkotvorných baktérií obohacujú pôdu o dusík a zlepšujú štruktúru pôdy. Ako uvádzajú Vaněk, Ložek et al. (2013), v prípade vyššieho obsahu minerálneho dusíka v pôde sa znižuje tvorba hrčiek a aktivita hrčkotvorných baktérií a tým aj celkové množstvo viazaného vzdušného dusíka. Časť dusíka ukladajú rastliny aj vo svojich orgánoch. Kováčik (2001) zistil, že z celkového obsahu dusíka v biomase hrachu siateho, tvorí podiel symbioticky viazaného dusíka 50 %. Z toho vyplýva nižšia spotreba priemyselných hnojív pri pestovaní hrachu siateho (Hanáčková a Slamka, 2011).

V našom pokuse sme aplikovali fosforečné a draselné hnojivá v jesennom období a pred sejbou sme dodali do pôdy 30 kg čistých živín dusíka na hektár vo forme liadku amónneho s vápencom. Varianty hnojenia, v hodnotených rokoch, sa štatisticky preukazne na úrode semena hrachu siateho neprejavili.

Obr. 1 Úroda semena hrachu siateho v závislosti od spôsobov obrábania pôdy a variantov hnojenia



Dôležitým prvkom úrodnosti je hmotnosť tisíc semien. V hodnotených výsledkoch, vplyv ročníka pôsobil na HTS štatisticky nepreukazne, čo bolo spôsobené kompenzáciou medzi ostatnými úrodnotvornými prvkami. Žák et al. (2012) vo svojich pokusoch zistili vysokopreukazné pôsobenie ročníkov na hodnoty HTS.

Pri spôsoboch obrábania pôdy sa dosiahol štatisticky preukazný rozdiel v prospech variantu s redukovaným obrábaním (213,06 g). Najnižšia hodnota HTS bola na variante konvenčného obrábania pôdy (203,55 g). Vo variantoch hnojenia sme dosiahli najvyššiu HTS (211,08 g) na variante H2 s použitím priemyselných hnojív, ale iba na hladine preukaznosti P 0,05. Na kontrolnom variante (206,61 g) a vo variante H3, aj s použitím pozberových zvyškov predplodiny, bola hodnota HTS (206,17 g) vyrovnaná. Candráková (2018), po vyhodnotení výsledkov z uvedeného pokusu z viacerých rokov, uvádza pozitívny vplyv variantov hnojenia na formovanie HTS, ale vždy so štatisticky nepreukaznými rozdielmi.

Záver

V ostatnom období pozorujeme veľké rozdiely v teplote a vlaha medzi jednotlivými rokmi, ale aj v rámci roka, medzi mesiacmi, počas vegetačného obdobia. Dôkazom sú

hodnotené ročníky. V roku 2016 bol úhrn zrážok za prvých 6 mesiacov 300,8 mm, čo bolo mierne nad normálom (+44,8 mm) a v roku 2017 bol úhrn iba 141,4 mm s rozdielom mínus 112,6 mm oproti dlhoročnému normálu (256 mm). Výsledkom bol vysokopreukazný rozdiel v úrode semena hrachu siateho, keď úroda v roku 2016 bola 3,17 t.ha⁻¹ a v roku 2017 iba 1,94 t.ha⁻¹. Obrábanie pôdy orbou pôsobilo preukazne na úrodu semena v porovnaní s tanierovým náradím. Medzi variantmi hnojenia bol nepreukazný rozdiel. Na hmotnosť tisíc semien vplýval spôsob obrábania pôdy a hnojenie preukazne.

Z výsledkov pokusu vyplynulo, že hrach siaty citlivejšie reaguje na podmienky ročníka ako na aplikáciu hnojív. Zo spôsobov obrábania pôdy sú väčšinou mierne vyššie úrody na oraných variantoch ako na variantoch s použitím tanierového náradia a tým plytším kyprením pôdy. Hrach siaty môže rozdielne reagovať v iných podmienkach pestovania a preto je potrebné v pokusoch pokračovať.

Literatúra

1. CANDRÁKOVÁ, Eva. 2018. Vplyv podmienok pestovania na úrodu a kvalitu semena hrachu siateho. In Vedecké práce katedry rastlinnej výroby k 100. výročiu narodenia akademika Dr. H. c. Emila Špaldona. Nitra, 2018, s. 18 – 24. ISBN 978-80-552-1834-2
2. DORÉ T. - MEYNARD J.M. - SEBILLOTTE M. 1998. The role of grain number, nitrogen nutrition and stem number in limiting pea crop (*Pisum sativum*) yields under agricultural conditions. Eur. J. Agron. 8, 29–37.
3. GORNALL, J. - BETTS, R. - BURKE, E. - CLARK, R. - CAMP, J. - WILLETT, K. - WILTSHIRE, A. 2010. Implications of climate change for agricultural productivity in the early twenty-first century. In Phil. Trans. R. Soc. B, 365, pp.2973–2989, doi:10.1098/rstb.2010.0158
4. HANÁČKOVÁ, Eva - CANDRÁKOVÁ, Eva - MACÁK, Milan. 2010. Udržateľný technologický systém pestovania hrachu siateho (*Pisum sativum* L.). 1. vyd. Nitra, SPU v Nitre, 162 pp.
5. JAMBOROVÁ, Mária. 2019. Strukoviny. Situačná a výhľadová správa k 30. 6. 2019 NPPC-VÚEPP, Bratislava. Roč. XXIII, č. 1, 2019. ISBN 978-80-8058-568-6
6. KOVÁČIK, Peter. 2001. Metodika bilancie živín v pôdach ekologicky hospodáriacich podnikov. Nitra : SPU, 2001, 44 s. ISBN 80-7137-957-3
7. KRIVOSUDSKÁ, Eleonóra. 2012. Evaluation of pea genotypes (*Pisum sativum* L.) by physiological responses during increasing drought conditions. In *Acta fytotechnica et zootechnica*, roč. 15, 2012, č. 1, SPU v Nitre, s. 1-3. ISSN 1335-258X.
8. VANĚK, V. - LOŽEK, O. et al. 2013. Výživa poľných a záhradných plodín. Nitra: Profi Press SK s.r.o., 2013, 175 s. ISBN 978-80-970-572-3-7
9. WOŽNIAK A. 2013. The yielding of pea (*Pisum sativum* L.) under different tillage conditions. Acta Sci. Pol., Hortorum Cultus 12 (2), pp.133-141
10. ŽÁK, Štefan – HAŠANA, Roman – BUŠO, Rastislav – HRČKOVÁ, Katarína – GAVURNÍKOVÁ, Soňa – STANKO, Pavol. 2012. pestovanie hrachu siateho v ekologickom systéme hospodárenia. Centrum výskumu rastlinnej výroby Piešťany, 2012. 55 s. ISBN 978-80-89417-39-1.

PodĎakovanie

Práca vznikla za finančnej podpory projektu VEGA: VEGA: 1/0530/18 2018 - 2020. Výskum produkcie a kvality významných druhov poľných plodín v klimaticky meniacich sa podmienkach.

Kontaktná adresa

doc. Ing. Eva Candráková, PhD., Katedra rastlinnej výroby a trávnych ekosystémov, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail: Eva.Candrakova@uniag.sk

HODNOTENIE VPLYVU RASTOVÝCH STIMULÁTOROV NA FORMOVANÍ ÚRODOTVORNÝCH PRVKOV SLNEČNICE ROČNEJ

EVALUATION OF EFFECT OF PLANT GROWTH STIMULATORS ON FORMATION OF SUNFLOWER YIELD-FORMING PARAMETERS

Ivan ČERNÝ¹ – Dávid ERNST¹ – Ján MAREK¹ – Ján GAŽO² – Marek RAŠOVSKÝ¹

Slovenská poľnohospodárska univerzita, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov,

¹ Katedra rastlinnej výroby a trávnych ekosystémov

² Katedra genetiky a šľachtenia rastlín

Abstract

The aim of this field experiment was to test the effect of two growth stimulators on selected yield-forming parameters such as number of plants, head diameter, weight of head and weight of thousands seeds. The experiment was established under the conditions of warm maize growing region in 2013, 2014 and 2015. The *NanoGro*[®] and *Albit*[®] growth stimulators were used. The results of the experiment showed that the effect of growth stimulators on number of plants and head diameter was not significant ($P > 0.05$). However, the effect of growth stimulators on weight of head and weight of thousands seeds was high significant ($P < 0.01$). The weight of head and weight of thousand seeds are the most important yield-forming parameters of sunflower responsive to the application of growth stimulators.

Key words: sunflower, yield-forming parameters, growth stimulators

Súhrn

Cieľom poľného pokusu realizovaného v teplej kukuričnej výrobnjej oblasti v rokoch 2013 - 2015 bolo zhodnotiť vplyv poveternostných podmienok ročníka a stimulátorov rastu *NanoGro*[®] a *Albit*[®] na vybrané úrodotvorné prvky slnečnice ročnej (počet rastlín, priemer úboru, hmotnosť úboru a hmotnosť tisícich nažiek). Vplyv stimulátorov rastu na úrodotvorné prvky počet rastlín a priemer úboru bol štatisticky nepreukazný ($P > 0,05$). Avšak pôsobenie stimulátorov rastu na úrodotvorné prvky hmotnosť úboru a hmotnosť tisícich nažiek bolo štatisticky vysoko preukazné ($P < 0,01$). Hmotnosť úboru a hmotnosť tisícich nažiek môžeme považovať za najvýznamnejšie úrodotvorné prvky, ktoré veľmi dobre reflektujú na aplikáciu stimulátorov rastu, čím sa stávajú predurčujúcimi prvkami tvorby úrody.

Kľúčové slová: slnečnica ročná, úrodotvorné prvky, stimulatory rastu

Úvod

Poveternostné podmienky ročníka sú objektívnym výrobným činiteľom ovplyvňujúcim úrodu a kvalitu pestovaných plodín (Šoltysová, Danilovič, 2005). Priebeh poveternostných podmienok v priebehu rastových fáz významne vplýva na, produkčný proces slnečnice ročnej (González *et. al.*, 2013). Výrazné kolísanie teplôt a zrážok, v priebehu vegetačného obdobia, považujú Lobell *et al.* (2007) za najvýznamnejšie dôvody variability produkcie poľných plodín.

Produkčný proces poľných plodín je možné ovplyvňovať viacerými faktormi technologického systému pestovania poľných plodín, pričom za jeden z nich možno považovať aplikáciu biologicky, resp. synteticky vyrobených stimulačných látok, ovplyvňujúcich predovšetkým fyziologické a morfometrické vlastnosti rastlín (Oosterhuis and Robertson, 2000).

Biostimulátory ako biologicky aktívne látky obsahujúce hormóny, enzýmy, proteíny,

aminokyseliny, mikroelementy a iné komponenty. Aktivizujú predovšetkým metabolizmus rastlín, zameraný na zlepšenie rastu a vývinu rastlín (Jankowski, *et. al.*, 2008). Na základe realizovanej analýzy produkčného procesu slnečnice ročnej, považuje za najdôležitejšie úrodotvorné prvky produkčného procesu počet rastlín a úborov na jednotku plochy, priemer úboru, hmotnosť úboru a hmotnosť tisíc nažiek.

Cieľom príspevku bolo zhodnotiť vplyv poveternostných podmienok ročníka a aplikácie biologických preparátov NanoGro® a Albit na vybrané úrodotvorné prvky a úrodu slnečnice ročnej.

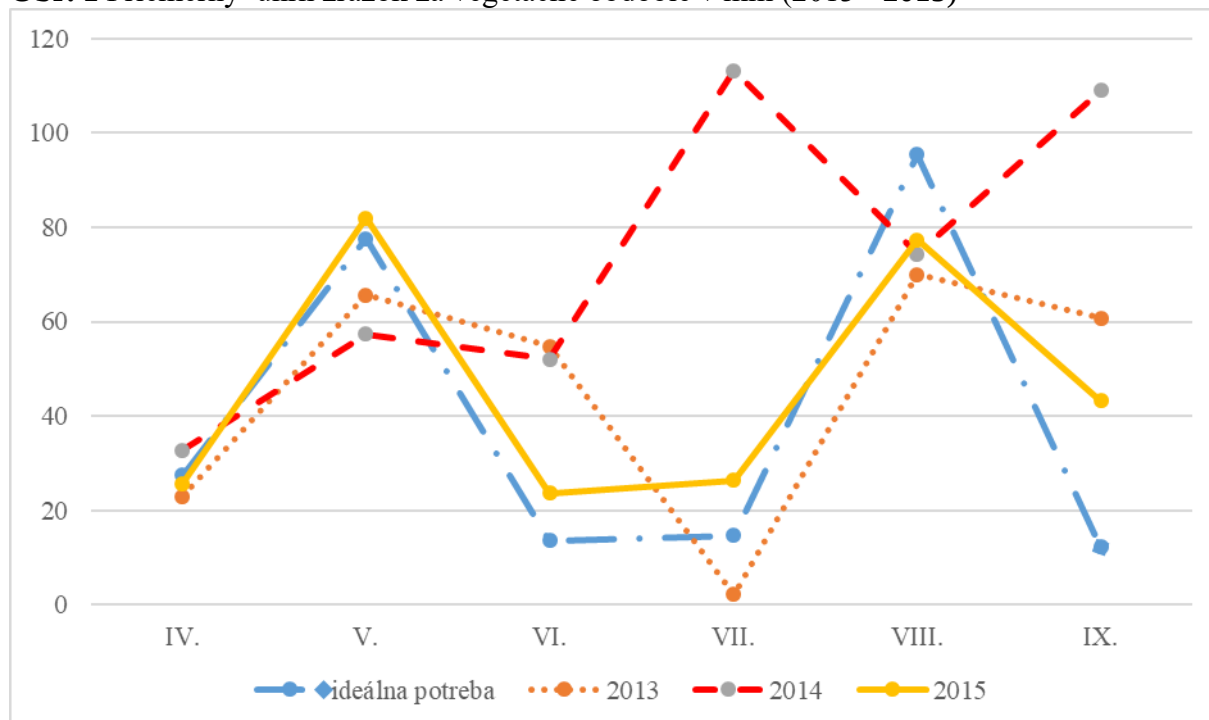
Materiál a metódy

Poľný pokus bol realizovaný v rokoch 2013 - 2015 na experimentálnej báze FAPZ SPU v Nitre, lokalizovanej v teplej kukuričnej výrobnnej oblasti západného Slovenska. V rámci osevného postupu bola predplodinou slnečnice ročnej pšenica letná forma ozimná (*Triticum aestivum* L.). Obrábanie pôdy a spôsob založenia porastu boli uskutočnené konvenčným spôsobom. Základné hnojenie bolo realizované bilančnou metódou na očakávanú výšku úrody 3 t.ha⁻¹. V pokuse boli zaradené hybridy: NK Brio, NK Neoma, NK Alego. V pokuse boli hodnotené tieto úrodotvorné prvky: počet rastlín (ks.ha⁻¹), priemer úboru (mm), hmotnosť úboru (g) a hmotnosť tisícich nažiek (g) – HTN. Aplikované boli stimulatory rastu: NanoGro® (organický produkt vytvorený s použitím nanotechnológie obsahujúci prvky ako Fe, Co, Al, Mg, Mn, Ni a Ag v nanomolových koncentráciách v oligosacharidovej granule o veľkosti približne 3 mm) a Albit® (pomocný rastlinný prípravok obsahujúci poly-beta-hydroxymaslovú kyselinu, ktorá sa nachádza v pôdnych baktériách *Bacillus megaterium* a *Pseudomonas aureofaciens*, súbor makro - a mikroprvkov. Varianty ošetrovania slnečnice ročnej rastovými stimulátormi sú uvedené v tabuľke 1.

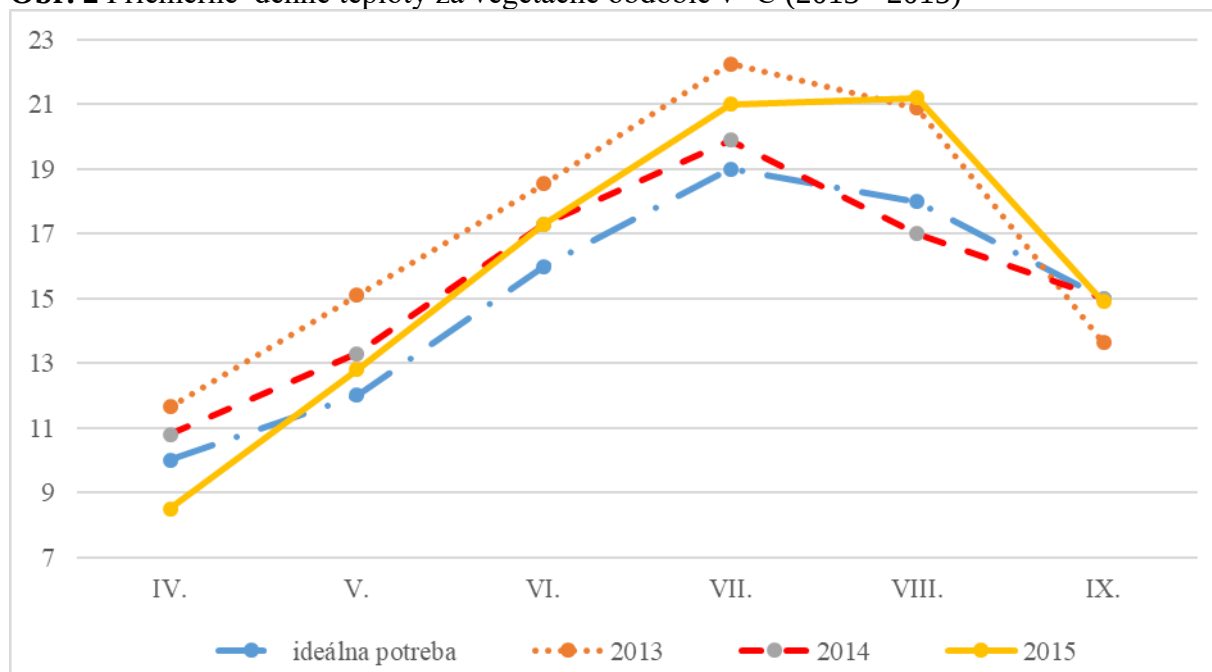
Pokus bol založený metódou kolmo delených blokov s náhodným usporiadaním pokusných členov, v troch opakovaníach. Výsledky experimentu boli štatisticky vyhodnotené analýzou rozptylu prostredníctvom *Statistica 10*.

Meteorologické údaje boli získané z Agrometeorologickej stanice FZKI SPU v Nitre (obr. 1 - 2).

Obr. 1 Priemerný úhrn zrážok za vegetačné obdobie v mm (2013 - 2015)



Obr. 2 Priemerné denné teploty za vegetačné obdobie v °C (2013 - 2015)



Tab. 1 Varianty ošetrovania slnečnice ročnej rastovými stimulátormi v pestovateľských sezónach 2013 – 2015

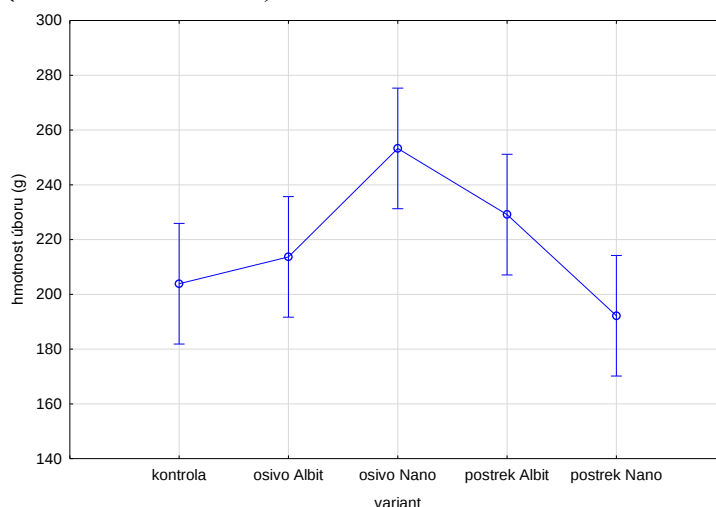
Variant	Termín aplikácie		dávka
	na osivo	foliárna aplikácia	
Kontrola	–	–	–
NanoGro®	3 dni pred sejbou		24 granúl.t ⁻¹ osiva
		BBCH 15	10 granúl.ha ⁻¹ + 400 l vody.ha ⁻¹
Albit®	3 dni pred sejbou		40 ml.t ⁻¹ osiva
		BBCH 15	40 ml.ha ⁻¹ + 400l vody.ha ⁻¹

Výsledky a diskusia

Priemerný počet rastlín slnečnice ročnej bol zaznamenaný na úrovni 57 571 ks.ha⁻¹. Výsledky analýzy rozptylu potvrdili štatisticky nepreukazný vplyv ($P > 0,05$) stimulátorov rastu na ukazovateľ počet rastlín. Priemerná hodnota ukazovateľa priemer úboru slnečnice ročnej bola 233 mm. Najnižšia hodnota priemeru úboru bola zistená na kontrolnom variante. Najvyššia hodnota priemeru úboru bola zaznamenaná na variante s aplikáciou stimulátora rastu *Albit*® vo forme moridla na osive, kde bol pozorovaný nárast priemeru úboru v porovnaní s kontrolným variantom o 8 %, čo predstavuje 17 mm. Výsledky analýzy rozptylu však nepotvrdili štatisticky preukazný vplyv ($P > 0,05$) stimulátorov rastu na ukazovateľ priemer úboru.

Priemerná hmotnosť úboru slnečnice ročnej bola 221,55 g. Najnižšia hmotnosť úboru bola zaznamenaná na variante, kde bol stimulátor rastu *NanoGro*® aplikovaný foliárne. Najvyššia hmotnosť úboru bola zistená na variante s aplikáciou stimulátora rastu *NanoGro*® vo forme moridla na osive, kde bol pozorovaný nárast hmotnosti úboru v porovnaní s kontrolným variantom o 33 %, čo predstavuje 64,42 g. Výsledky analýzy rozptylu (Obrázok 3) potvrdili štatisticky vysoko preukazný vplyv ($P < 0,001$) stimulátorov rastu na ukazovateľ hmotnosť úboru.

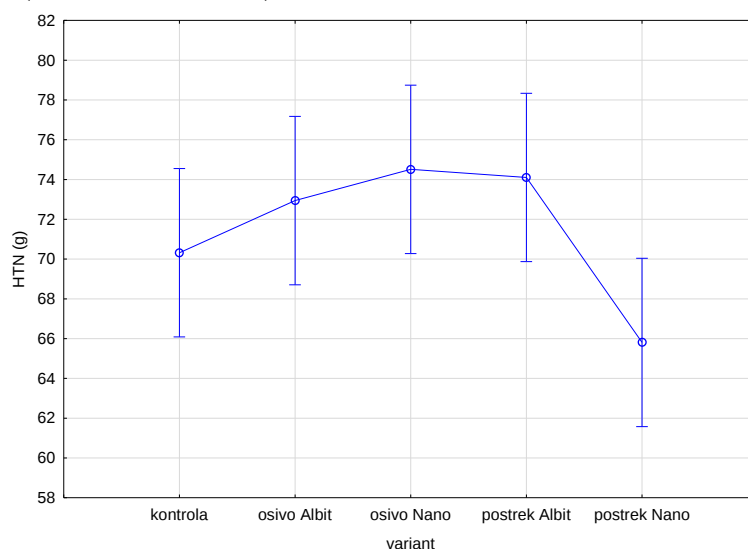
Obr. 3 Vplyv stimúlátorov rastu na hmotnosť úboru slnečnice ročnej, testovanie kontrastov Fisherov LSD test ($\alpha = 0,01$; $P < 0,001$)



Priemerná hodnota HTN slnečnice ročnej dosiahla 71,57 g. Najnižšia HTN bola zaznamenaná na variante, kde bol stimúlátor rastu *NanoGro*[®] aplikovaný foliárne. Najvyššia HTN bola zistená na variante, kde bol stimúlátor rastu *NanoGro*[®] aplikovaný vo forme moridla na osive. Rozdiel medzi najvyššou a najnižšou HTN bol 12 %, čo predstavuje 8,35 g. Výsledky analýzy rozptylu (Obrázok 4) potvrdili štatisticky vysoko preukazný vplyv ($P < 0,01$) stimúlátorov rastu na ukazovateľ HTN.

Štatisticky nepreukazný vplyv stimúlátorov rastu na ukazovateľ počet rastlín slnečnice ročnej dokumentuje WANDERLEY *et al.* (2007) a ERNST (2017), čo je v súlade s výsledkami tohto experimentu. Štatisticky vysoko preukazný vplyv stimúlátorov rastu na priemer úboru slnečnice ročnej dosiahli vo svojich štúdiách KHEYBARI *et al.* (2013) a TEWARI & ARORA (2016), no v tejto štúdii sa zvýšenie priemeru úborov prostredníctvom aplikácie stimúlátorov rastu štatisticky nepreukázalo. Štatisticky vysoko preukazný vplyv stimúlátorov rastu na ukazovateľ hmotnosť úboru a HTN potvrdzujú, rovnako ako táto štúdia, HUSSAIN *et al.* (2012) a ERNST (2017).

Obr. 4 Vplyv stimúlátorov rastu na HTN slnečnice ročnej, testovanie kontrastov Fisherov LSD test ($\alpha = 0,01$; $P < 0,01$)



Záver

V sledovanom období pestovateľských sezón 2013 - 2015 bol vplyv stimulátorov rastu na ukazovatele počet rastlín a priemer úboru štatisticky nepreukazný ($P > 0,05$). Najnižšie hodnoty úrodnotvorných prvkov hmotnosť úboru a HTN boli zaznamenané na variante, kde bol stimulátor rastu *NanoGro*[®] aplikovaný technológiou foliárnou. Najvyššia hmotnosť úboru bola zistená na variante s aplikáciou stimulátora rastu *NanoGro*[®] vo forme moridla na osive, kde bol pozorovaný nárast hmotnosti úboru v porovnaní s kontrolným variantom o 33 %, čo predstavuje 64,42 g ($P < 0,001$). Najvyššia HTN bola zistená na variante, kde bol stimulátor rastu *NanoGro*[®] aplikovaný vo forme moridla na osive. Rozdiel medzi najvyššou a najnižšou HTN bol 12 %, čo predstavuje 8,35 g ($P < 0,01$). Na základe výsledkov tohto pokusu je možné hmotnosť úboru a hmotnosť tisícich nažiek považovať za najvýznamnejšie prvky, ktoré sa pri aplikácii stimulátorov rastu podieľajú na tvorbe úrody.

Literatúra

1. ERNST, D.: Hodnotenie produkčného potenciálu slnečnice ročnej (*Helianthus annuus* L.) vplyvom biostimulátorov rastu: doktorandská dizertačná práca. Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita. 149 p.
2. GONZÁLEZ, J. - MANCUSO, N. - LUDUEÑA, P.: Sunflower yield and climatic variables. *HELIA*, Vol. 36, Nr. 58, p. 69 - 76.
3. HUSSAIN, S. *et al.*: Exogenous application of abscisic acid for drought tolerance in sunflower (*Helianthus annuus* L.): a review. In *Journal of Animal and Plant Sciences*, vol. 22, no. 3, pp. 806 - 826. ISSN 1018 - 7081
4. JANKOWSKI, K. *et al.*: Biostimulators for field crops. Biostimulators in modern agriculture. Warsaw: Wieś jutra Sp. Z. o. o., 2008, p. 24, ISBN 83 - 89503 - 50 - 6.
5. KHEYBARI, M. *et al.*: Response of sunflower head characteristics to PGPR and amino acid application under water stress conditions. In *International Journal of Agronomy and Plant Production*, vol. 4, no. 8, pp. 1760 - 1765. ISSN 2051-1914
6. LOBELL, D. B. - CAHILL, K. N. - FIELD, C. B.: Historical effects of temperature and precipitation on California crop yields. *Climatic Change*. 2007. p. 187 - 203.
7. OOSTERHUIS, D. - ROBERTSON, W. C.: The use of plant growth regulators and other additives in cotton production. AAES Special Report 198, Proceedings of the 2000 Cotton Research Meeting, 2000, p. 22 - 32.
8. ŠOLTYSOVÁ, B. - DANILOVIČ, M.: Zmeny úrod a kvalitatívnych parametrov jačmeňa siateho jarného v závislosti od podmienok prostredia. Zborník: Bioklimatologie současnosti a budoucnosti“. Křtiny 12. - 14. 9. 2005, ISBN 80 - 86 690 - 31 - 08.
9. TEWARI, S. - ARORA, N. K.: Fluorescent *Pseudomonas* sp. PF17 as an efficient plant growth regulator and biocontrol agent for sunflower crop under saline conditions. In *Symbiosis*, vol. 68, no. 1, pp. 99 - 108. ISSN 0334 - 5114. DOI 10.1007/s 13199 - 016 - 0389 - 8
10. WANDERLEY, C. S. - REZENDE, R. - ANDRADE, C. A. B.: Effect of paclobutrazol as regulator of growth in production of flowers of sunflower in cultivo hidropônico. In *Ciência e Agrotecnologia*, vol. 31, pp. 1672 - 1678. ISSN 1981-1829. DOI dx.doi.org/10.1590/S141370542007000600011.

Kontaktná adresa

doc. Ing. Ivan Černý, PhD., Katedra rastlinnej výroby a trávnych ekosystémov, FAPZ SPU v Nitre; tel. č.: + 421 037 641 4231 e-mail: ivan.cerny@uniag.sk

ZÁVISLOSŤ PRODUKCIE REPY CUKROVEJ OD ODRODY A AGROEKOLOGICKÝCH PODMIENOK ROČNÍKA

DEPENDENCE OF PRODUCTION OF SUGAR BEET ON VARIETY AND YEAR WEATHER CONDITIONS

Ivan ČERNÝ¹ – Dávid ERNST¹ – Ján GAŽO² – Marek RAŠOVSKÝ¹

Slovenská poľnohospodárska univerzita, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov,

¹ Katedra rastlinnej výroby a trávnych ekosystémov

² Katedra genetiky a šľachtenia rastlín

Abstract

In the field trials carried out in the years 2016 - 2018 at the PD Devio Nové Sady plots, the influence of the climatic conditions of the year on the yield of the roots and the sugar content of 11 varieties of sugar beet (Leopold, Francessa, Vandana, Alabaster, Kosmas, Marenka, Sioux, Varios, Antek, Brian, Plinius) was studied. The production - experimental area is located at the border of maize and beet production areas. By analyzing the experimental data, we found a highly significant effect of the year, variety as well as the interaction of climatic factors and variety on the yield of the roots and sugar content. Genetic potential of varieties was strongly influenced by environmental factors. In 2017, the highest average sugar content of the tested varieties was achieved at 18.29%. Among the varieties we found the biggest differences in sugar content with range of 1.78%, at the same year with the lowest variability of the yield of the roots with the range 9.78 t.ha⁻¹. In 2016, the average root yield of tested varieties was 91.44 t.ha⁻¹ and in 2018 70.59 t.ha⁻¹. The range of the highest and lowest root yields among varieties was equal to 22.3 t.ha⁻¹ in 2016 and 22.5 t.ha⁻¹ in 2018. In 2016 with minimum average sugar content (15.45%) the low variability in the sugar content of the tested varieties was found. The results suggest that in year 2017, with the highest average sugar content, were found the biggest differences in sugar content between varieties together with high stability in root yields and conversely, in the years more suitable for production of the roots higher differences between root yields of tested varieties was observed with lower differences in sugar content.

Keywords: sugar beet, weather conditions, variety, root yield, digestion

Súhrn

V poľných pokusoch realizovaných v rokoch 2016 - 2018 na pozemkoch PD Devio Nové Sady, bol skúmaný vplyv klimatických podmienok ročníka na úrodu buliev a cukornatosť 11 odrôd (Leopolda, Francessa, Vandana, Alabaster, Kosmas, Marenka, Sioux, Varios, Antek, Brian, Plinius) repy cukrovej. Produkčno - experimentálna oblasť je lokalizovaná na rozhraní kukuričnej a repnej výrobnnej oblasti. Analýzou experimentálnych dát sme zistili vysoko preukazný vplyv ročníka, odrody ako aj vzájomného spolupôsobenia klimatických faktorov a odrody na úrodu buliev a cukornatosť. Genetický potenciál odrôd bol výrazne ovplyvnený faktormi prostredia. V roku 2017 bola dosiahnutá najvyššia priemerná cukornatosť sledovaného sortimentu odrôd 18,29 %. Medzi odrodami sme zistili najväčšie rozdiely v cukornatosti s rozpätím 1,78 %, a zároveň najnižšiu variabilitu úrody buliev s rozpätím úrod jednotlivých odrôd 9,78 t.ha⁻¹. V roku 2016 bola priemerná úroda buliev 11 odrôd 91,53 t.ha⁻¹ a v roku 2018 70,59 t.ha⁻¹. Rozpätie najvyšších a najnižších úrod medzi odrodami bolo 22,3 t.ha⁻¹ v roku 2016 a 22,5 t.ha⁻¹ v roku 2018. Najnižšia celková priemerná cukornatosť v roku 2016 (15,45 %) zároveň znamenala najnižšie rozdiely v cukornatosti testovaných odrôd. Výsledky naznačujú že v roku 2017 s vysokou priemernou cukornatosťou, boli medzi odrodami najvyššie rozdiely v cukornatosti pri vyššej stabilite úrody buliev

a naopak, v rokoch priaznivých pre úrodu buliev boli zaznamenané vyššie rozdiely medzi testovanými odrodami v úrode buliev a nižšie rozdiely v cukornatosti.

Kľúčové slová: repa cukrová, poveternostné podmienky, odroda, úroda buliev, cukornatosť

Úvod

Pestovateľská technológia repy cukrovej je posudzovaná ako jedna z najintenzívnejších, pričom dlhodobým cieľom je jednotlivé agrotechnické vstupy redukovať pri zachovaní, resp. navýšení jej úrody a technologickej kvality (Bizík, 1994; Šrojtová, Tóth, 2000). V rozsahu uvedeného konštatovania a racionalizácie systému pestovania repy cukrovej, významné miesto prináleží pôdnoekologickým podmienkam a zodpovedajúcej rajonizácii biologického materiálu.

Vzhľadom na dĺžku vegetačného obdobia môžu klimatické faktory vo väčšom, resp. v menšom rozsahu ovplyvniť formovanie produkčného procesu repy cukrovej. Rozsahom vplyvu agroekologických podmienok - teplotné a vlhkosťné zmeny, solárna radiácia a pod., na rast a vývin repy cukrovej sa zaoberali a v súčasnosti zaoberajú mnohé experimentálne práce (Bloch, Hoffmann, 2005; Černý, Líška, 2006; Ivanič Porhajašová, Noskovič, Babošová, 2007).

Trend klimatických zmien za posledné desiatky rokov pretrvávajúco indikuje pokles sumy ročných atmosférických vodných zrážok a pokles priemerov relatívnej vlhkosti vzduchu. S uvedeným poklesom zároveň súvisí zvyšovanie hodnôt teplotných parametrov na úrovni priemernej ročnej teploty vzduchu a evapotranspiračných požiadaviek na vlahu (Chmielewski, Köhn, 1999), s dôrazom kladeným na ich disproporčné prerozdelenie v priebehu vegetačného roka.

Odroda zahrňuje v sebe množstvo vlastností a znakov, ktoré boli do nej v rámci šľachtiteľského procesu vložené. Z hospodárskych vlastností prvé miesto zaberá schopnosť tvoriť biomasu, a tým poskytovať optimálnu úrodu (Bajči, Michalíková, 1991).

Odrody repy cukrovej sú charakterizované rozdielmi v úrode buliev, koncentrácií cukru a jeho kvality. Náležitý výber odrôd rešpektujúci reálny trend agroekologických podmienok, resp. uplatnenie odrodovej agrotechniky ostáva aj naďalej najdôležitejším a pritom najlacnejším činiteľom podieľajúcim sa na zintenzívňovaní a skvalitňovaní produkcie (Bajči, Pačuta, Černý, 1997).

Cieľom experimentu bolo, v spolupráci s cukrovarom Považský cukor a.s. Trenčianska Teplá, v podmienkach poľnohospodárskeho družstva PD DEVIO Nové Sady, zhodnotiť vplyv poveternostných podmienok ročníka na produkčnú kapacitu (úroda buliev, cukornatosť) vybraných odrôd repy cukrovej.

Materiál a metódika

Pokusy boli založené na experimentálnych pozemkoch PD DEVIO Nové Sady v rokoch 2016 - 2018. Územie poľnohospodárskeho družstva DEVIO Nové Sady sa nachádza na rozhraní kukuričnej a repárskej výrobnjej oblasti. Nadmorská výška poľnohospodárskeho družstva dosahuje 150 - 250 m. n. m. Pozemky sa nachádzajú v klimatickej oblasti suchej, s dlhším slnečným svitom, v posledných rokoch s vysokými teplotami nameranými v mesiacoch máj až august. V priebehu roka je v danej oblasti priemerne vykázaných 16 tropických dní, 69 letných dní, 92 mrazivých a 27 ľadových dní. Poveternostné podmienky sú premenlivého charakteru a ich konkrétny stav, v porovnaní s ideálnou potrebou, v rokoch charakterizujúcich experimenty je uvedený v tabuľke 1. - 2.

Maloparcelkové pokusy boli založené blokovou metódou, s náhodným usporiadaním pokusných členov, s trojnásobným počtom opakovaní (Ehrenbergerová, 1995).

Predplodinou repy cukrovej bola pšenica letná forma ozimná (*Triticum aestivum* L.). Agrotechnické úkony (obrábanie pôdy, založenie, spôsob regulácie zaburinenosti, ochrana

proti chorobám a škodcom) v experimente s repou cukrovou boli v súlade so zásadami technológie pestovania s výsevom na konečnú vzdialenosť (0,19 x 0,45 m). Hnojenie bolo uskutočnené na základe agrochemického rozboru pôdy – metódou elektroultrafiltrácie.

Tab. 1 Teplota vzduchu (°C) v pestovateľských ročníkoch 2016 - 2018

Mesiac	Ideálna hodnota	2016	2017	2018
apríl	7,5	9,3	7,0	15,0
máj	12,7	13,6	13,4	18,5
jún	16,0	17,8	18,3	20,5
júl	16,0	18,8	18,3	21,8
august	16,5	16,8	19,9	23,1
september	12,0	15,1	12,0	16,3
priemerná teplota	13,45	15,23	16,48	19,20

Tab. 2 Zrážky (mm) v pestovateľských ročníkoch 2016 - 2018

Mesiac	Ideálna potreba	2016	2017	2018
apríl	33,4	24,8	27,2	14,8
máj	56,3	89,0	21,8	54
jún	99,0	26,0	32,6	71,7
júl	113,7	127,0	74,0	14,6
august	103,2	50,0	24,0	49,4
september	75,0	43,0	89,4	71,5
Σ zrážok	480,6	359,8	269	276

Odrody repy cukrovej:

Leopolda: diploidná, normálno úrodový (U/N) typ, tolerantný k rizománii.

Francia: diploidná, normálno úrodový (U/N) typ, tolerantný k rizománii.

Vandana: diploidná, normálno úrodový (U/N) typ, tolerantný k rizománii.

Alabaster: diploidná, normálno cukornatý (N/C) typ, tolerantný k rizománii,

Kosmas: triploidná, normálny (N/C) typ, tolerantný k rizománii.

Marenka: triploidná, normálno cukornatý (N/C) typ, tolerantný k rizománii.

Sioux: diploidná, normálno cukornatý (N/C) typ, tolerantný k rizománii.

Varios: diploidná, normálno cukornatý (N/C) typ, tolerantný k rizománii.

Antek: diploidná, cukornatý (C) typ, tolerantný k rizománii,

Brian: diploidná, cukornatý (C) typ, tolerantný k rizománii a cerkospóre,

Plinius: diploidná, cukornatý (C) typ, tolerantný k rizománii.

Výsledky pokusov boli vyhodnotené analýzou rozptylu s použitím LSD testu kontrastov a intervalmi spoľahlivosti priemerov pomocou štatistického programu Statistica ver. 10 Cz (11).

Výsledky a diskusia

Poznanie vplyvu počasia a jeho pôsobenie na tvorbu úrody repy cukrovej je nevyhnutným predpokladom pre efektívne využitie intenzifikačných faktorov technológie

pestovania. Z analýzy procesu tvorby úrody a cukornatosti vybraných odrôd repy cukrovej vyplýva štatisticky vysoko preukazný (tab. 3) vplyv teplotných a vlhkových podmienok, odrody ako aj vzájomnej interakcie klimatických faktorov a odrody na úrodu buliev a cukornatosť ((Chmielewski, Köhn, 1999).

Tab. 3 Výsledky hodnotenia úrody buliev a cukornatosti rozptylu (ANOVA) za obdobie rokov 2016 až 2018.

Zdroj variability	P - hodnota	
	Úroda buliev	Cukornatosť
odroda	0,000**	0,002**
roky	0,000**	0,000**
odroda x roky	0,000**	0,000**

p-hodnota – hladina preukaznosti

** štatisticky vysoko preukazný vplyv faktora na hodnotený znak

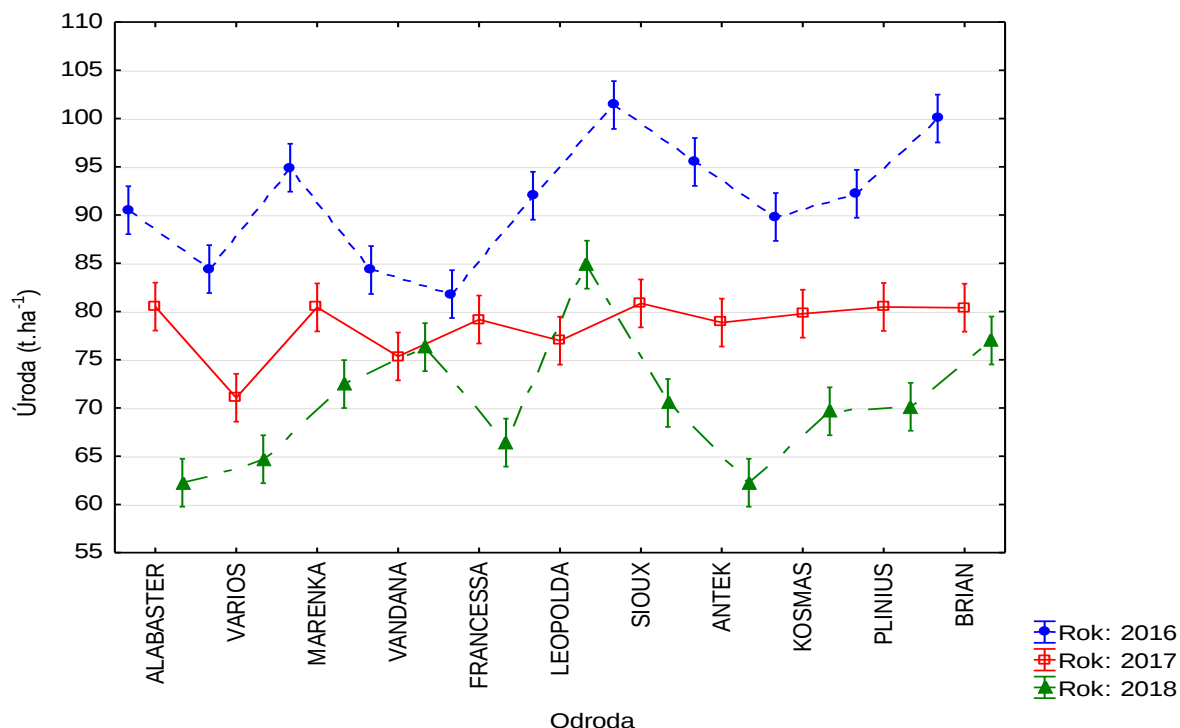
V roku 2016 bola dosiahnutá najvyššia priemerná úroda buliev ($91,53 \text{ t.ha}^{-1}$), v roku 2017 úroda $78,53 \text{ t.ha}^{-1}$, najnižšia priemerná úroda bola v roku 2018 ($70,59 \text{ t.ha}^{-1}$), s vysoko preukazným rozdielom potvrdeným LSD testom ($P < 0,01$) medzi jednotlivými rokmi.

Grafická analýza priemerných úrod buliev spracovaná podľa troch sledovaných rokov (obr. 1) potvrdzuje zreteľný vplyv kombinácie odrody a ročníka na tvorbu úrody buliev testovaných odrôd. V roku 2016, s najvyššou priemernou úrodou buliev, bol rozdiel $22,3 \text{ t.ha}^{-1}$ medzi najvyššou úrodou (odroda Sioux $104,1 \text{ t.ha}^{-1}$) a najnižšou úrodou (odroda Francessa $81,8 \text{ t.ha}^{-1}$). V roku 2017 bolo rozpätie medzi najvyššou úrodou (odroda Sioux $80,84 \text{ t.ha}^{-1}$) a najnižšou úrodou (odroda Varios $71,06 \text{ t.ha}^{-1}$) už len $9,78 \text{ t.ha}^{-1}$, čo naznačuje vyššiu vyrovnanosť v produkcii buliev testovaných odrôd. V roku 2018, s najnižšou priemernou úrodou buliev, bola potvrdená opäť vysoká diferencia $22,5 \text{ t.ha}^{-1}$ medzi najúrodnejšou odrodou (odroda Leopolda $84,85 \text{ t.ha}^{-1}$) a odrodou s najnižšou úrodou (odroda Alabaster $62,25 \text{ t.ha}^{-1}$). Aj keď sa rok 2016 na základe výsledkov prezentoval ako ročník s najvyššou úrodou buliev v skupine testovaných odrôd boli zistené vysoké rozdiely. Podobne sme zistili vysoké diferencie medzi odrodami aj v roku 2018 kedy sme zaznamenali najnižšiu priemernú úrodu. V roku 2017 boli na rozdiel od zvyšných rokov najmenšie rozdiely úrody buliev v skupine hodnotených odrôd a na základe LSD testu bola len odroda Varios s najnižšou úrodou vysoko preukazne odlišná ($P < 0,01$) od zvyšných desiatich odrôd.

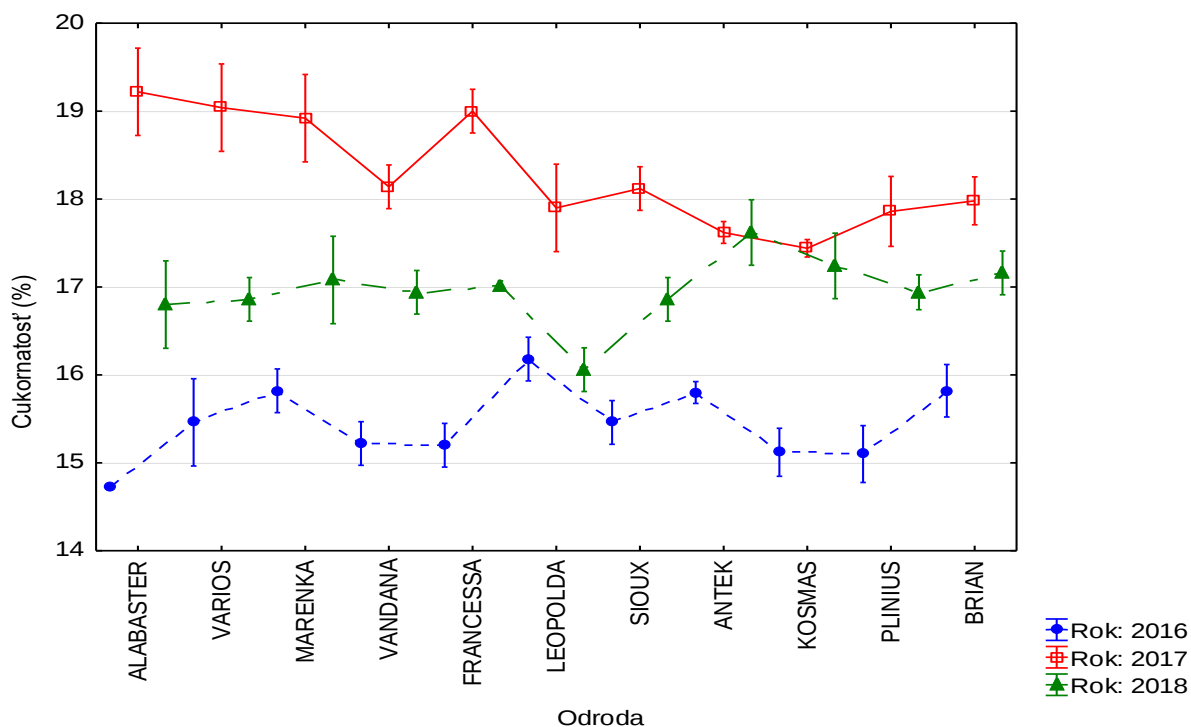
V roku 2017 bola dosiahnutá najvyššia priemerná cukornatosť (18,29 %), v roku 2018 bola hodnota cukornatosti 16,96 % a najnižšia priemerná cukornatosť bola zistená v roku 2016 (15,45 %). Medzi jednotlivými rokmi bol LSD testom potvrdený vysoko preukazný rozdiel ($P < 0,01$) (Bloch, Hoffmann, 2005).

Analýza priemerných hodnôt cukornatosti spracovaná podľa troch skúmaných rokov (obr. 2) potvrdzuje významný vplyv kombinácie ročníka a odrody na cukornatosť odrody. V roku 2017, s najvyššou priemernou cukornatosťou, bol rozdiel 1,78 % medzi najvyššou cukornatosťou (odroda Alabaster 19,22 %) a najnižšou cukornatosťou (odroda Kosmas 17,44 %). V roku 2018 bolo rozpätie medzi najvyššou cukornatosťou (odroda Antek 17,62 %) a najnižšou cukornatosťou (odroda Leopolda 16,06 %) 1,56 %. V roku 2016, s najnižšou priemernou cukornatosťou, bola diferencia medzi odrodou s najvyššou cukornatosťou (odroda Leopolda 16,18 %) a odrodou s najnižšou cukornatosťou (odroda Alabaster 14,72 %) z hodnotených ročníkov najnižšia (1,46 %). Aj keď sa rok 2017 ukázal ako ročník s najvyššou cukornatosťou, v skupine testovaných odrôd boli zistené aj najvyššie rozdiely medzi cukornatosťou porovnávaných odrôd. V tomto roku bola skupina štyroch odrôd (Alabaster 19,22 %; Varios 19,04 %; Francessa 19,0 %; Marenka 18,92 %) na základe LSD testu vysoko preukazne odlišná ($P < 0,01$) od zvyšných 7 odrôd.

Obr. 1. Priemerná úroda buliev testovaných odrôd v rokoch 2016 – 2018, úsečky reprezentujú 95% interval spoľahlivosti pre stanovený priemer



Obr. 2 Priemerná cukrnatosť buliev testovaných odrôd v rokoch 2016 – 2018, úsečky reprezentujú 95% interval spoľahlivosti pre stanovený priemer



Vo vegetačnom období roka 2016, v rámci ktorého bola priemerná úroda buliev najvyššia (91,53 t·ha⁻¹) a priemerná cukrnatosť najnižšia (15,45 %) boli agroklimatické podmienky pre tvorbu úrod diametrálne odlišné v porovnaní s rokom 2018, kedy dosiahnutá

úroda buliev bola najnižšia ($70,59 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) a cukornatosť 16,96 %. Pre vegetačné obdobie roka 2016 bola charakteristická najnižšia priemerná teplota ($15,23 \text{ }^{\circ}\text{C}$), naopak úhrn zrážok za experimentálne obdobie bol najvyšší (359,8 mm). Pre vegetačné obdobie roka 2018 je typická najvyššia priemerná teplota ($19,2 \text{ }^{\circ}\text{C}$) a úhrn zrážok na úrovni 276 mm.

V roku 2017 dosiahnutá úroda buliev bola $78,53 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ a cukornatosť za sledované obdobie rokov 2016 - 2018 bola hodnotená ako najvyššia (18,29 %). V uvedenom roku bol úhrn zrážok najnižší, čo predstavuje pokles s fyziologickou potrebou o 211,6 mm. Hodnotením priemernej teploty ($16,48 \text{ }^{\circ}\text{C}$) sme zistili nárast hodnoty s ideálnou (fyziologickou) teplotou za sledované obdobie o $1,25 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

Keďže v roku 2017 síce bola zaznamenaná najvyššia cukornatosť, ale nie najnižšia úroda buliev, tak nie je možné jednoznačne potvrdiť v každom testovanom roku negatívnu závislosť medzi úrodou buliev a cukornatosťou (Bajči, Michalíková, 1991; Bajči, Pačuta, Černý, 1997). Podobne najnižšia priemerná úroda buliev v roku 2018 ($70,59 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$), neznamenal najvyššiu úroveň cukornatosti. Vplyv zrážok a teplôt môže tento vzťah výrazne ovplyvniť. Medzi rokmi 2017 a 2018 je v celkovej sume zrážok rozdiel len 7 mm, ale o strednej úrovni úrody buliev a najvyššej cukornatosti rozhodli pravdepodobne rovnomerné zrážky v priebehu júla 2017. Porovnaním ideálnej potreby zrážok a skutočných zrážok uvedenej v tabuľke 2 zistíme, že známy model vysokej úrody a nízkej cukornatosti platil v roku 2016, kde najvyšší úhrn zrážok (359,8 mm) podporil vysokú úrodu buliev, zároveň s najnižšou priemernou cukornatosťou.

Záver

V pokusoch realizovaných na pozemkoch PD Devio Nové Sady v rokoch 2016 - 2018, s 11 odrodami repy cukrovej bol zaznamenaný štatisticky vysoko preukazný vplyv teplotných a vlhových podmienok, odrody ako aj vzájomného spolupôsobenia klimatických faktorov a odrody na úrodu buliev a cukornatosť. V roku 2016 bola dosiahnutá najvyššia priemerná úroda buliev ($91,53 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$), v roku 2017 úroda $78,53 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, najnižšia priemerná úroda bola potvrdená v roku 2018 ($70,59 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$), zároveň s vysoko preukaznými rozdielmi ($P < 0,01$) medzi jednotlivými rokmi. Priemerná cukornatosť všetkých testovaných odrôd štatisticky vysoko preukazne ($P < 0,01$) kolísala, pričom v roku 2017 bola dosiahnutá najvyššia priemerná cukornatosť (18,29 %), v roku 2018 (16,96 %) a najnižšia priemerná cukornatosť bola zistená v roku 2016 (15,45 %).

Vplyv genetického založenia odrody na úrodu a cukornatosť cukrovej repy bol na základe dosiahnutých výsledkov limitovaný faktormi prostredia. Hoci v roku 2017 bola dosiahnutá najvyššia priemerná cukornatosť, zároveň s vysokou cukornatosťou sme určili aj najväčšie rozdiely v cukornatosti medzi hodnotenými odrodami, s rozpätím na úrovni 1,78 %. V týchto relatívne optimálnych podmienkach boli síce zistené najvýraznejšie rozdiely v cukornatosti, ale zároveň pri najnižšej variabilite úrody buliev s rozpätím úrod jednotlivých odrôd $9,78 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, čo znamená že všetky odrody vytvorili porovnateľné množstvo buliev, okrem odrody Varios so štatisticky preukazne najnižšou úrodou. V menej vhodných podmienkach ročníkov 2016 a 2018 boli štatisticky významné rozdiely v úrode buliev. Rozpätie úrod medzi odrodami bolo $22,3 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (2016) a takmer zhodné rozpätie $22,5 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ bolo v roku 2018. Cukornatosť v týchto rokoch bola s rozpätím medzi odrodami 1,56 % v roku 2018 a 1,46 % v roku 2016. Najnižšia celková priemerná cukornatosť v roku 2016 (15,45 %) zároveň znamenala najnižšie rozdiely v cukornatosti testovaných odrôd.

Literatúra

1. BAJČI, P.- MICHALÍKOVÁ, A.: Effects of some biologically - active substances on the yield and quality of sugar beet. *Rostlinná výroba*, roč. 37, 1991, č. 4, s. 357 - 370.

2. BAJČI, P. - PAČUTA, V. - ČERNÝ, I.: *Cukrová repa*. 1. vyd. Nitra: ÚVTIP NOI, 1997, 111 s., ISBN 80 - 85330 - 35 - 0.
3. BIZÍK, J.: Nevyhnutnosť racionálnej výživy rastlín – aktuálny problém súčasného poľnohospodárstva. *Agrochémia*, 34, 1994, č. 1, s. 6 - 8.
4. BLOCH, D. - HOFFMANN, C.: Seasonal development of genotypic differences in sugar beet (*Beta vulgaris* L.) and their interaction with water supply. *Journal of Agronomy and Crop Science*, vol. 191, 2005, no. 4, pp. 263 - 272.
5. ČERNÝ, I. - LÍŠKA, E.: Vplyv teplotných a vlhových podmienok stanovišťa na tvorbu úrody cukrovej repy. *Poľnohospodárstvo*, roč. 52, 2006, č. 2, s. 87- 95.
6. EHRENBERGEROVÁ, J.: *Zakládání a hodnocení pokusu*. Brno: MZLU, 1995, 109 s. ISBN 80 - 7157 - 153 - 9.
7. IVANIČ PORHAJAŠOVÁ, J. - NOSKOVIČ, J. - BABOŠOVÁ, M.: Biodiverzita epigeických skupín v porastoch repy cukrovej. *Listy cukrovarnícké a řepařské*. vol. 123, 2007, No. 9 -10. pp. 310 - 313. ISSN 1210 - 3306.
8. CHMIELEWSKI, F. - M., KÖHN, W.: The long - term agrometeorological field experiment at Berlin - Dahlem, Germany. *Agricultural and Forest Meteorology*, 96, 1999, s. 39 - 48.
9. MASAROVÍČOVÁ, E. et al.: *Fyziológia rastlín*. Bratislava: UK, 2002, s. 272 - 273. ISBN 80 - 223 - 1615 - 6.
10. ŠROJTOVÁ, G. - TÓTH, Š.: Vplyv variability ročníka na úrody repky olejky ozimnej (*Brassica napus* L.) v podmienkach Východoslovenskej nížiny. *Zborník Bioklimatológia a životné prostredie*, SHMÚ, Košice, 2000, 168 s.
11. VESTNÍK MPRV SR.: Listina registrovaných odrôd 2018. <http://www.uksup.sk/oos-listina-registrovaných-odrod>

Kontaktná adresa

doc. Ing. Ivan ČERNÝ, PhD., Katedra rastlinnej výroby a trávnych ekosystémov, FAPZ SPU v Nitre; tel. č.: + 421 037 641 231; e-mail: ivan.cerny@uniag.sk

ÚRODA A CUKORNATOSŤ REPY CUKROVEJ V ZÁVISLOSTI OD RÔZNYCH TECHNOLOGICKÝCH SPÔSOBOV OBRÁBANIA PÔDY

YIELD AND SUGAR CONTENT OF SUGAR BEET INFLUENCED BY VARIOUS TECHNOLOGICAL METHODS OF SOIL CULTIVATION

Ivan ČERNÝ¹ – Dávid ERNST¹ – Ján GAŽO² – Marek RAŠOVSKÝ¹

Slovenská poľnohospodárska univerzita, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov,

¹ Katedra rastlinnej výroby a trávnych ekosystémov

² Katedra genetiky a šľachtenia rastlín

Abstract

In experiments carried out in the years 2017 - 2018 on the fields of PD Devio Nové Sady was studied the influence of different technological methods of soil tillage on the production capacity (yield and sugar content) of sugar beet depending on the specific agroecological conditions of the year. The production - experimental area is located at border between the maize and beet production areas. The analysis of experimental data revealed a highly significant effect of soil tillage treatments as well as the interaction of soil tillage and climatic factors on the root yield and sugar content. Statistically significant higher root yields were confirmed in soil tillage treatments 3, respectively treatment 5 (2 diskings 120 and 200 mm + loosening 340 respectively 350 mm) compared to conventional soil tillage (2 diskings 120 and 200 mm + plowing 250 mm) in the control treatment. Positive effect of treatments 3 and 5 was especially in 2018, with low amount of precipitation in July, when these treatments provided more optimal soil environment for sugar beet root growth compared to the control treatment. Within the scope of two-year trials at the experimental site, a statistically highly positive impact of tested soil tillage technologies was found for a values of achieved sugar content at the level of treatment 4 (disking 120 mm and loosening 350 mm), respectively treatments 3 and 5 compared to the control treatment. In treatment 2 (2 diskings of 120 and 200 mm + chiseling 450 mm) were observed values of the root yield and sugar content at the level control treatment in both evaluated years.

Keywords: sugar beet, weather conditions, soil tillage, root yield, digestion

Súhrn

V poľných pokusoch realizovaných v rokoch 2017 - 2018, na pozemkoch PD Devio Nové Sady bol skúmaný, vplyv rôznych technologických spôsobov obrábania pôdy na produkčnú schopnosť (úroda a cukornatosť) repy cukrovej v závislosti na konkrétnych agroekologických podmienkach ročníka. Výrobná - experimentálna oblasť je lokalizovaná na rozhraní kukuričnej a repnej výrobnéj oblasti. Analýzou experimentálnych dát bol zistený vysoko preukazný vplyv variantov obrábania pôdy, ako aj vzájomného spolupôsobenia obrábania pôdy a klimatických faktorov na úrodu buliev a cukornatosť. Štatisticky významne vyššie výsledky úrody buliev, v porovnaní s konvenčným spôsobom obrábania pôdy (2 diskovania 120 a 200 mm + orba 250 mm) v kontrolnom variante, boli potvrdené vo variantoch obrábania pôdy 3 resp. 5 (2 diskovania 120 a 200 mm + kyprenie 340 resp. 350 mm). Pozitívny efekt variantov 3 a 5 bol predovšetkým v roku 2018, ktorý bol charakteristický nižšou sumou zrážok v mesiaci júl kedy tieto varianty zabezpečili pri nižšej sume zrážok optimálnejšie pôdne prostredie pre rast buliev cukrovej repy v porovnaní s kontrolným variantom. V rozsahu dvojročných pokusov na pokusnej lokalite bol zistený štatisticky vysoko preukazne pozitívny vplyv testovaných technológií obrábania pôdy,

na úrovni variantov 4 (diskovanie 120 mm a kyprenie 350 mm), resp. variantov 3 a 5 na hodnoty dosiahnutej cukornatosti v porovnaní s kontrolným variantom. Variant 2 (2 diskovania 120 a 200 mm + podrývanie 450 mm) bol v hodnotách úrody buliev ako aj cukornatosti na úrovni kontrolného variantu v oboch hodnotených rokoch.

Kľúčové slová: repa cukrová, poveternostné podmienky, obrábanie pôdy, úroda buliev, cukornatosť

Úvod

Cukrová repa je v pôdno - klimatických podmienkach Slovenska dlhodobo významnou plodinou osevného postupu. V perspektívnom zdokonaľovaní jej systému pestovania došlo a stále prichádza k výrazným zmenám v pestovaní tejto plodiny nielen z hľadiska biologických materiálov (Černý a kol., 2011, Zapletalová, Černý, 2019), ale aj z hľadiska technológií pestovania, vrátane významných zmien v technike od základného obrábania pôdy až po zber (Černý, 2003).

Obrábanie pôdy predstavuje významný úsek činnosti v pestovaní rastlín. Nové trendy v spracovaní pôdy (Ivanič Porhajašová, 2019) naznačujú, že nielen konvenčné obrábanie ale aj nové technológie umožňujú pôdu obrábať včas a kvalitne. Obrábanie pôdy, v závislosti na interakčnom pôsobení so striedaním plodín, výživou a ochranou rastlín je základný faktor pestovania nielen repy cukrovej.

Dominantnou úlohou obrábania pôdy, v súlade s požiadavkami jednotlivých plodín, je regulácia podmienok prostredia v ornici a rizosfére. Znamená to, že vybraný spôsob obrábania sa rozdielnou mierou podieľa nielen na regulácii termodynamických podmienok v ornici, vytváraní vhodných podmienok na založenie porastu, regulácii zaburinenosti, ale aj na sprístupňovaní živín z pôdy a ich využití pri tvorbe úrody. Význam majú také technológie obrábania pôdy, ktoré dlhodobo udržiavajú, resp. neznižujú úrodnosť pôdy (Salinas – Garcia *et al.* 2004).

Obrábanie pôdy k repe cukrovej má vytvoriť optimálne podmienky (Húla, Procházková *et al.*, 2008) pre predsejbové spracovanie pôdy a následné založenie porastu, poľnú vzchádzavosť, optimálny rast buľvy a celej koreňovej sústavy.

Tradičné spôsoby niekoľkonásobného obrábania pôdy sú v súčasnosti prehodnocované a do popredia sa dostávajú otázky, či je nutné pôdu otáčať, alebo postačuje len jej kyprenie. Okrem konvenčného spôsobu obrábania pôdy (Bajči, Pačuta, Černý, 1997), poľnohospodárske podniky v rámci technologického systému pestovania uvedenej plodiny využívajú aj niektoré minimalizačné technológie, základom ktorých je minimalizovanie počtu mechanických zásahov, prípadne intenzity obrábania pôdy.

Rozdielny spôsob obrábania pôdy ovplyvňuje zároveň ovplyvňuje intenzitu rozkladu a transformácie pôdnej organickej hmoty. Súčasné vstupy organickej hmoty sú nedostatočné a preto existuje značná rezerva v technológiách obrábania pôdy. Pri minimalizačnej technológii sa, v porovnaní s konvenčnou technológiou, znižuje rýchlosť rozkladu organickej hmoty (Černý, Pačuta, Karabínová, 2006).

Cieľom experimentov, v spolupráci s cukrovarom Považský cukor a. s. Trenčianska Teplá, v podmienkach poľnohospodárskeho družstva PD DEVIO Nové Sady, bolo v závislosti na konkrétnych agroekologických podmienkach experimentálneho stanovišťa zhodnotiť vplyv rôznych technologických spôsobov obrábania pôdy na úrodu a cukornatosť repy cukrovej.

Materiál a metódy

Pokusy boli založené na experimentálnych pozemkoch PD DEVIO Nové Sady v rokoch 2017 - 2018. Územie poľnohospodárskeho družstva DEVIO Nové Sady sa nachádza na rozhraní kukuričnej a repárskej výrobnjej oblasti.

Predplodinou repy cukrovej, v priebehu obidvoch experimentálnych rokov, bola

pšenica letná forma ozimná (*Triticum aestivum* L.).

Priebeh poveternostných podmienok je uvedený v tabuľke 1. Charakteristika jednotlivých variantov obrábania pôdy je uvedená v tab. 2. Poloprevádzkové pokusy boli založené blokovoú metódou v troch opakovaníach (Ehrenbergerová, 1995).

Výsledky pokusov boli vyhodnotené analýzou rozptylu s použitím intervalov spoľahlivosti priemerov a LSD testu kontrastov pomocou štatistického programu Statistica ver. 10 Cz.

Tab. 1 Priemerné teploty a úhrn zrážok v rokoch 2017 - 2018

Mesiac	Priemerné teploty v ° C		Mesačný úhrn zrážok v mm	
	2017	2018	2017	2018
Január	-7,2	2,6	19,2	33,6
Február	2,4	-0,9	22,1	28,3
Marec	8,1	3	23,1	53,1
Apríl	9,5	15	46,2	14,8
Máj	16,4	18,5	36,3	54
Jún	21,4	20,5	19,5	71,7
Júl	22,0	21,8	62,3	14,6
August	21,9	23,1	45,5	49,4
September	14,7	16,3	84,1	71,5
Október	10,1	12,4	50,1	15,1
November	5	7,1	55,1	23,2
December	1,8	1,1	51,2	58,7
Priemer / Σ	10,5	11,7	514,7	488

Tab. 2 Varianty obrábania pôdy

Variant	Pracovná operácia		Typ mechanizmu
variant 1 – orba	diskovanie	120 mm	diskový podmietač Cífer
	diskovanie	200 mm	diskový podmietač Cífer
	orba	250 mm	Lemken diamant
variant 2 - podrývanie	diskovanie	120 mm	diskový podmietač Cífer
	diskovanie	200 mm	diskový podmietač Cífer
	podrývanie	450 mm	Gregoire Besson
variant 3 – kyprenie	diskovanie	120 mm	diskový podmietač Cífer
	diskovanie	200 mm	diskový podmietač Cífer Top
	kyprenie	340 mm	Down
variant 4 - Horsch Tiger 1	diskovanie	200 mm	diskový podmietač Cífer
	kyprenie	350 mm	Horsch – Tiger
variant 5 - Horsch Tiger 2	diskovanie	120 mm	diskový podmietač Cífer
	diskovanie	200 mm	diskový podmietač Cífer
	kyprenie	350 mm	Horsch - Tiger

Výsledky a diskusia

Klimatické zmeny v strednej Európe, ktorých sme v súčasnosti svedkami (Žák, Kováč, Lehotská, 2002), ovplyvňujú výraznou mierou aj pestovanie repy cukrovej. Obrábanie pôdy je jedným z faktorov, ktorý výraznou mierou ovplyvňuje podmienky pestovaných rastlín.

Z analýzy procesu formovania úrody a cukornatosti pri použití testovaných variantov obrábania pôdy vyplýva štatisticky vysoko preukazný (Tab. 3) vplyv variantov, teplotných

a vlhových podmienok ročníka, ako aj vzájomnej interakcie klimatických faktorov a systémov obrábania pôdy na úrodu buliev a cukornatosť. Len v prípade ročníka 2018 bola zistená priemerná cukornatosť (15,06 %) štatisticky zhodná s priemernou cukornatosťou v roku 2017 (14,94 %), $P=0,165$.

Priemerná ročná teplota v roku 2017 bola o 1,2 °C nižšia v porovnaní s rokom 2018. Naopak celoročný úhrn zrážok v roku 2017 bol o 26,7 mm vyšší než v roku 2018. Poveternostné podmienky v priebehu vegetačného obdobia (apríl - október) jednotlivých rokov vykazovali nasledovné rozdiely: 2017: 19,7 °C, 344 mm; 2018: 18,22 °C, 281,1 mm. Ako môžeme pozorovať v tabuľke 1, suma zrážok bola v období mesiacov apríl až júl s výraznými rozdielmi medzi rokmi, kedy v roku 2017 bola suma zrážok v júni 19,5 mm, v júli 62,3 mm, ale v roku 2018 v júni 71,7 mm a v júli len 14,6 mm.

Tab. 3 Výsledky hodnotenia úrody buliev a cukornatosti rozptylu (ANOVA) za obdobie rokov 2017 a 2018.

Zdroj variability	P – hodnota	
	Úroda buliev	Cukornatosť
Variant	0,000**	0,000**
Roky	0,000**	0,165 -
Variant x Roky	0,000**	0,000**

P-hodnota – hladina preukaznosti F testu

** štatisticky vysoko preukazný vplyv faktora na hodnotený znak

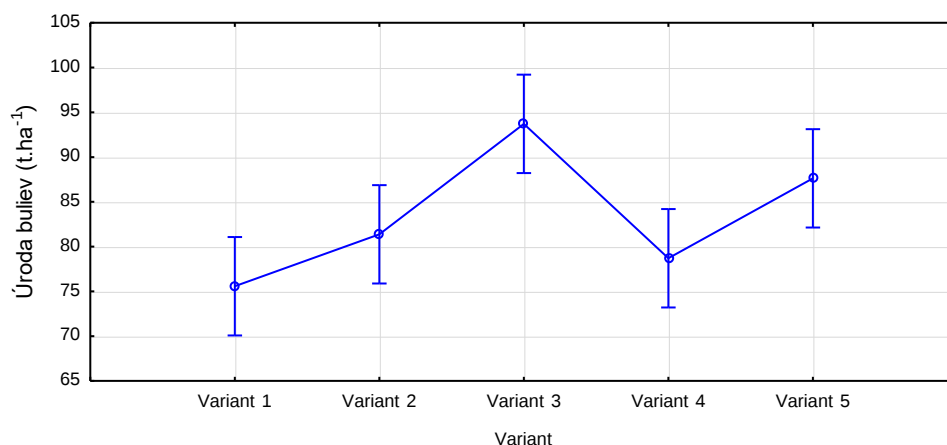
- štatisticky nepreukazný vplyv faktora na hodnotený znak

Rok 2017 bol priaznivejší pre tvorbu úrody buliev repy cukrovej. V tomto roku bola dosiahnutá najvyššia priemerná úroda buliev ($95,9 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$), kým v roku 2018 bola úroda len $70,9 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, s vysoko preukazným rozdielom potvrdeným LSD testom ($P < 0,01$). Vplyv testovaných variantov obrábania pôdy na úrodu buliev je zobrazený na obr. 1.

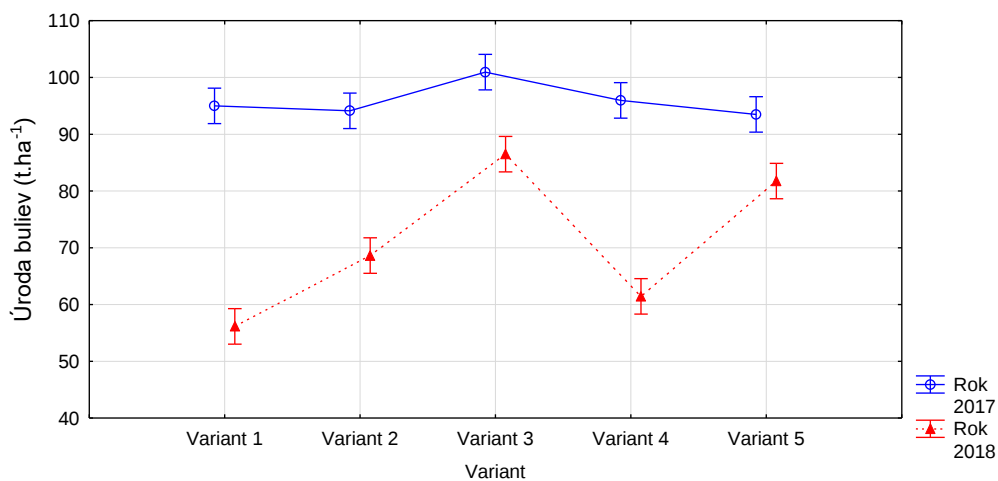
Najvyššia priemerná úroda spoločne za dva roky bola potvrdená vo variante 3 ($93,7 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$) a variante 5 ($87,6 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$), pričom tieto varianty boli štatisticky preukazne vyššie oproti kontrolnému variantu 1 ($75,6 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$). Varianty 2 a 4 ($81,38 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, resp. $78,70 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$) boli na úrovni kontrolného variantu.

Analýza priemerných úrod buliev v dvoch sledovaných rokoch (obr. 2) nám ukázala, že v ročníku 2017 nebol zaznamenaný preukazný rozdiel v hodnotených variantoch obrábania pôdy. Kolísanie úrod buliev medzi variantom s najnižšou ($93,5 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$) a najvyššou úrodou buliev ($100,9 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$) bol len $7,4 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. Naopak klimatické faktory v roku 2018 zvýraznili rozdiely medzi testovanými variantmi. Najvyššia úroda buliev bola zaznamenaná vo variante 3 ($86,5 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$) a variante 5 ($81,8 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$) medzi ktorými nie je štatisticky preukazný rozdiel. Oba varianty mali vysoko preukazne ($P < 0,01$) vyššie úrody buliev od kontrolného variantu ($56,2 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$), variantu 4 ($61,4 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$) a variantu 2 ($68,6 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$).

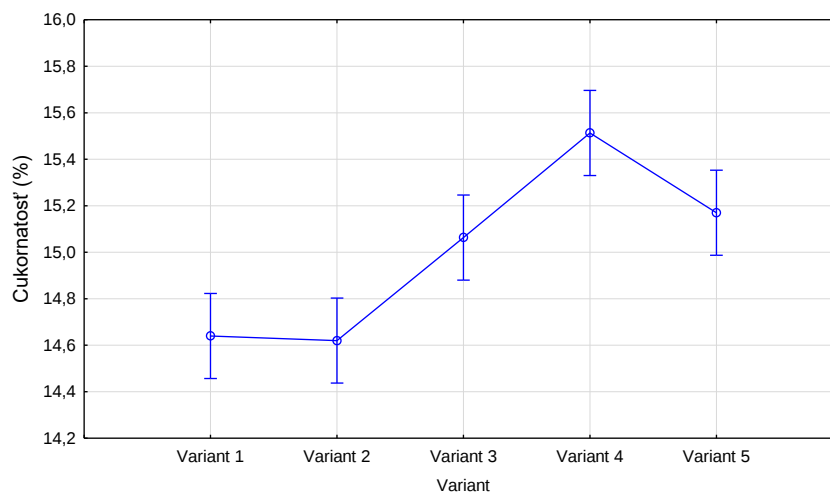
Obr. 1 Priemerné úrody buliev repy cukrovej, úsečky reprezentujú 95 % interval spoľahlivosti pre stanovený priemer



Obr. 2 Priemerná úroda buliev testovaných variantov v rokoch 2017a 2018, úsečky reprezentujú 95% interval spoľahlivosti pre stanovený priemer



Obr. 3 Priemerné cukornatosti testovaných variantov, úsečky reprezentujú 95% interval spoľahlivosti pre stanovený priemer

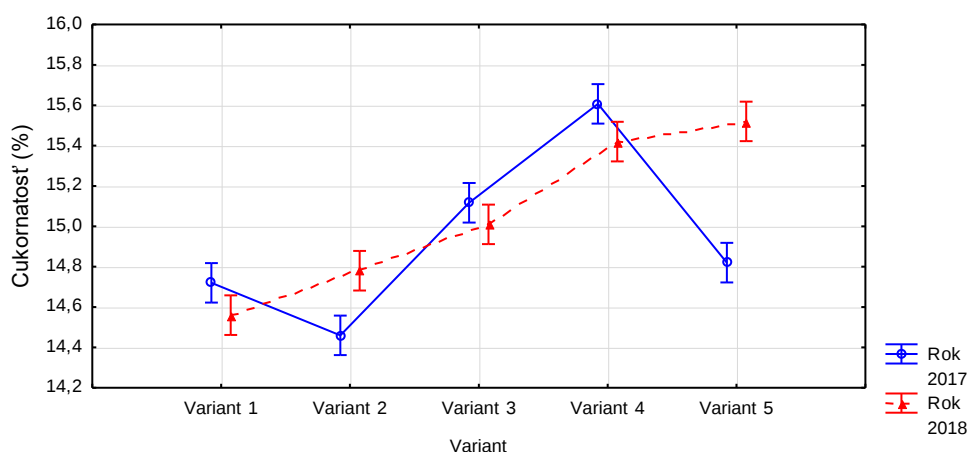


Efekt variantov obrábania pôdy na cukornatosť buliev ako spoločný priemer za dva hodnotené roky je zobrazený na obr. 3. Najvyššia priemerná cukornatosť v testovaných rokoch bola zistená vo variante 4 (15,5 %) a variante 5 (15,2 %), obidva varianty mali štatisticky vysoko preukazne vyššie hodnoty cukornatosti v porovnaní s kontrolným variantom 1 (14,6 %). Variant 3 bol priemernou hodnotou cukornatosti (15,1 %) zhodný s variantom 5 ale preukazne nižší s variantom 4. Variant 2 bol s priemernou cukornatosťou 14,6 % na úrovni kontroly.

Štúdiom vplyvu jednotlivých ročníkov a variantu obrábania pôdy na cukornatosť (obr. 3, 4) boli zistené vysoko preukazné rozdiely medzi jednotlivými variantmi v oboch hodnotených rokoch. Kontrolný variant dosiahol v roku 2017 cukornatosť 14,59 % a v roku 2018 14,64 %. Cukornatosť bola v oboch rokoch štatisticky zhodná. Podobne ročníkovo stabilné boli v obsahu cukru aj varianty 3 a 4. Variant 3 dosiahol v roku 2017 cukornatosť 15,1 % a v roku 2018 15 %. Variant 4 v roku 2017 15,6 %, v roku 2018 cukornatosť 15,4 %. Vysokú cukornatosť dosiahol v roku 2018 aj variant 5 (15,5 %). Avšak v roku 2017 priemerná cukornatosť tohto variantu klesla na hodnotu 14,8 % čo je vysoko preukazný rozdiel ($P < 0,01$). Podobne aj variant 2 mal v roku 2018 priemernú cukornatosť na úrovni 14,8 %, ale v roku 2017 poklesla cukornatosť v tomto variante obrábania pôdy na 14,5 %. Aj tento variant vytváral štatisticky preukazné rozdiely v cukornatosti v dvoch porovnávaných rokoch.

Kým v úrode buliev sme v roku 2018 nedosiahli v ani jednom z testovaných variantov obrábania pôdy štatisticky zhodnú výšku úrod s úrodou z roku 2017, tak v prípade cukornatosti sme vyrovnané cukornatosti zaznamenali v kontrolnom variante, variante 3 a variante 4. Variant 5 síce dosiahol v roku 2018 štatisticky zhodnú výšku cukornatosti s variantom 4, ktorý dosiahol najvyššiu cukornatosť, ale podmienky roku 2017 spolu s variantom obrábania pôdy znížili priemernú cukornatosť o 0,7 % čo bola najvyššia diferencia medzi testovanými variantmi. V praxi by vysoká diferencia znamenala nižšiu stabilitu úrovne cukornatosti pre praktického pestovateľa repy.

Obr. 4 Priemerná cukornatosť testovaných variantov v rokoch 2017 a 2018, úsečky reprezentujú 95 % interval spoľahlivosti pre stanovený priemer



V rozsahu nami dosiahnutých výsledkov úrody buliev a cukornatosti konštatujeme, v súlade s inými výsledkami (Freixo, Machado, Santos, 2002; Kováč, *et al.*, 2010), že varianty obrábania pôdy sa významnou mierou podieľajú na dosiahnutých parametroch produkcie repy cukrovej. V priebehu experimentálneho obdobia významnejšie výsledky, v porovnaní s konvenčným spôsobom obrábania pôdy predstavenom v kontrolnom variante, boli pozitívnejšie stimulované variantmi obrábania pôdy 3, resp. 5. V rozsahu dosiahnutej

cukornatosti bola zistená rovnaká tendencia v rámci jednotlivých technológií, t. j. vyššie hodnoty, v porovnaní s klasickým obrábaním, boli zaznamenané na úrovni variantov 3, 4, resp. 5.

Záver

V pokusoch realizovaných na pozemkoch PD Devio Nové Sady v rokoch 2017 - 2018, s rôznymi variantmi obrábania pôdy, bol zaznamenaný štatisticky vysoko preukazný vplyv variantov obrábania pôdy, teplotných a vlhkových podmienok, ako aj ich vzájomného spolupôsobenia na úrodu buliev a cukornatosť. V roku 2017 bola dosiahnutá vyššia priemerná úroda buliev ($95,19 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$), zatiaľ čo v roku 2018 bola priemerná úroda $70,90 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. V roku 2017 s vyššími zrážkami v júli a porovnateľnými zrážkami v mesiacoch august a september v porovnaní s rokom 2018 sme nepotvrdili rozdiely v hodnotených variantoch obrábania pôdy. Rok 2017 neumožnil preukázať rozdielny vplyv variantov obrábania pôdy na výšku úrody buliev v porovnaní s kontrolným variantom. Na druhej strane rok 2018 s nízkym úhrnom zrážok v júli ($14,6 \text{ mm}$) podmienil vysoko preukazné rozdiely testovaných variantov obrábania pôdy. Varianty 3 a 5 (2 diskovania 120 a 200 mm + kyprenie 340 resp. 350 mm) zabezpečili pri nižšej sume zrážok optimálnejšie pôdne prostredie pre rast buliev cukrovej repy v porovnaní s kontrolným variantom (2 diskovania 120 a 200 mm + orba 250 mm), ale aj variantom 2 (2 diskovania 120 a 200 mm + podrývanie 450 mm) a variantom 4 (diskovanie 120 mm a kyprenie 350 mm). V spoločnom priemere 2 rokov boli najvyššie úrody zistené na variante obrábania pôdy 3 ($93,7 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$), v rámci ktorého bolo použité dvojnásobné diskovanie (120 mm a 200 mm) s následným kyprením do hĺbky 340 mm a štatisticky zhodnom variante 5 ($87,62 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$) s rovnakým systémom dvojitého diskovania, a kyprením do hĺbky 350 mm .

V roku 2018 bola dosiahnutá priemerná cukornatosť za všetky varianty $15,06\%$ a v roku 2017 bola priemerná cukornatosť $14,94\%$ čo bol štatisticky nepreukazný rozdiel. Rozdiel sme zaznamenali medzi jednotlivými variantmi obrábania pôdy respektíve ich interakcie s ročníkom. Kým v roku 2017 sme medzi variantmi nezistili rozdiely vo výške úrody buliev, v prípade cukornatosti boli vysoko preukazné rozdiely zaznamenané ako v roku 2017, tak aj v roku 2018. V oboch rokoch boli zistené najvyššie priemerné cukornatosti ($15,51\%$) vo variante obrábania pôdy 4 Horsch Tiger 1 (diskovanie 120 mm a kyprenie 350 mm) štatisticky zhodnom variante 5 Horsch Tiger 2 (diskovanie 120 mm a 200 mm + kyprenie 350 mm) $15,17\%$. Variantu 5 však v roku 2017 klesla cukornatosť oproti roku 2018 o $0,7\%$ a zaznamenali sme najvyššie kolísanie ovplyvnené zrážkami a teplotami ročníka na testovanej lokalite. Variant 3 mal síce štatisticky nižšiu priemernú cukornatosť ($15,06\%$) než variant 4, ale hodnoty cukornatosti boli stabilné v oboch rokoch. Variant 2 bol s hodnotami cukornatosti štatisticky zhodný s kontrolným variantom, podobne ako tomu bolo aj v prípade úrody buliev.

Literatúra

1. BAJČI, P. - PAČUTA, V. - ČERNÝ, I.: *Cukrová repa*. 1. vyd. Nitra: ÚVTIP NOI, 1997, 111 s., ISBN 80 - 85330 - 35 - 0.
2. ČERNÝ, I. *Okopaniny*. 1. vyd. Nitra: ÚVTIP NOI, 2003, 146 s., ISBN 80 - 89088 - 23 - 6.
3. ČERNÝ, I. - PAČUTA, V. - KARABÍNOVÁ, M.: Vplyv rôzneho spôsobu obrábania pôdy a odrôd na organizáciu porastu, úrodu a technologickú kvalitu cukrovej repy. In: *Řepářství (sborník s konference)*, Praha: KRV CZU, 2000, s. 83 - 86, ISBN: 80 - 213 - 0590 - 8.
4. ČERNÝ, I. - VEVEŘKOVÁ, A - KOVÁR, M. - PAČUTA, V. - MOLNÁROVÁ, J. In: *Influence of Temperature and Moisture conditions of Locality on The Yield Formation of*

- Sunflower (*Helianthus annuus*). In *Acta universitatis Agriculture et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, vol. LIX, 2011, nub. 6, p. 99 - 104, ISSN 1211 - 8516.
5. EHRENBERGEROVÁ, J. *Zakládání a hodnocení pokusu*. Brno: MZLU, 1995, 109 s., ISBN 80 - 7157-153 - 9.
 6. FREIXO, A., A. - MACHADO, O., A. - SANTOS, H., P.: Soil organic carbon and fractions of a Rhode Ferrasol under the influence of tillage and crop rotation systems in southern Brazil. In *Soil and Till Res.*, roč. 64, 2002, č. 3 - 4, s. 221 - 230.
 7. HÚLA, J., PROCHÁZKOVÁ, B. *et al.* Minimalizace spracování půdy. Praha: Profi Press, 2008, 246 s.,
 8. IVANIČ PORHAJAŠOVÁ, J. - BABOŠOVÁ, M. - NOSKOVIČ, J. - PETROVIČOVÁ, P.: Výskyt druhov čel'ade *Carabidae (Coleoptera)* v poraste repy cukrovej. In: *Listy cukrovarnícké a řepařské*. roč. 135, 2019, č. 9 -10. pp. 308 - 312. ISSN 1210 - 3306.
 9. KOVÁČ, K. *et al.* Minimalizačné a pôdoochranné technológie. Nitra: Agroinštitút, 2010, 142.s., ISBN 978 - 0 - 7139 - 139 - 5.
 10. SALINAS - GARCIA, J., R. - VALAZQUEZ - GARCIA, J., J. - GALLARDO - VALDEZ, M. *et al.* Tillage effect on microbial biomass and nutrient distribution in soils under rain - fed corn production in central - western Mexico. In *Soil and Till Res.*, roč. 66, 2004, č. 2, s. 143 - 152.
 11. ZAPLETALOVÁ, A. - ČERNÝ, I.: Vplyv biologicky aktívnych látok na produkciu a kvalitu slnečnice ročnej. In: *Agrochémia*, roč. 23, 2019, č. 2, s. 17 - 21., ISSN 1335 - 2415.
 12. ŽÁK, S., - KOVÁČ, K., - LEHOTSKÁ, Z.: Vplyv konvenčného a bezorbového obrábania pôdy v rôznych systémoch hospodárenia na bilanciu organickej hmoty. In: *Agriculture*, roč. 48, 2002, č. 9, s. 472 - 481.

Kontaktná adresa

doc. Ing. Ivan ČERNÝ, PhD., Katedra rastlinnej výroby a trávnych ekosystémov, FAPZ SPU v Nitre; tel. č.:+ 421 037 641 4231 4231; e-mail: ivan.cerny@uniag.sk

PRODUKCIA KOREŇOVEJ BIOMASY V TRÁVNOM EKOSYSTÉME

ROOT BIOMASS PRODUCTION IN A GRASSLAND ECOSYSTEM

Jozef ČUNDERLÍK – Miriam KIZEKOVÁ

NPPC – Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva Banská Bystrica

Abstract

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 ($2.14 \text{ kg m}^{-2} \pm 0.1 \text{ m}^{-1}$) was recorded at *Tajov* site and the lowest root production ($0.59 \text{ kg m}^{-2} \pm 0.1 \text{ m}^{-1}$) was found at *Medovarce* site. In 2015, the highest production of roots ($2.25 \text{ kg m}^{-2} \pm 0.1 \text{ m}^{-1}$) was recorded at *Tajov* site and the lowest one ($0.55 \text{ kg m}^{-2} \pm 0.1 \text{ m}^{-1}$) again at *Medovarce* site. The total root production was higher by 30 % in 2015 than in 2014.

Keywords: permanent grassland, root biomass, different sites

Súhrn

Akumulácia koreňového systému bola hodnotená na trávnych porastoch v rokoch 2014 - 2015. Výskumným cieľom bolo určiť biomasu podzemných rastlín (udávanú ako hmotnosť sušiny koreňa) na vybraných modelových lokalitách. Odber vzoriek sa uskutočňoval oceľovým valcom ($\varnothing$ 50 mm) v hĺbke 100 - 120 mm. V roku 2014 bolo v lokalite Tajov zaznamenané najvyššie množstvo biomasy trávnych porastov ($2,14 \text{ kg m}^{-2} \pm 0,1 \text{ m}^{-1}$) a v lokalite Medovarce bola zistená najnižšia produkcia koreňov ($0,59 \text{ kg m}^{-2} \pm 0,1 \text{ m}^{-1}$). V roku 2015 bola najvyššia produkcia koreňov ($2,25 \text{ kg m}^{-2} \pm 0,1 \text{ m}^{-1}$) zaznamenaná v lokalite Tajov a najnižšia ($0,55 \text{ kg m}^{-2} \pm 0,1 \text{ m}^{-1}$) opäť v lokalite Medovarce. Celková produkcia koreňov bola v roku 2015 vyššia o 30% ako v roku 2014.

Kľúčové slová: trvalý trávny porast, koreňová biomasa, rôzne stanovištia

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 protieróznú 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 úrovne 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., $48^{\circ}12', 168'N$, $18^{\circ}55', 733' E$) Závod (170 m n.m., $48^{\circ}34', 987'N$, $16^{\circ}59', 968' E$) Tajov (647 m n.m., $48^{\circ}44', 837'N$, $19^{\circ}03', 153' E$) Čoltovo (354 m n.m., $48^{\circ}28', 623'N$, $20^{\circ}27', 868' E$) Vikartovce (945 m n. m.,

48° 57,011'N, 20° 06,875'E) Strážany (114 m n. m., 48° 49,314'N, 21° 51,923' E). Odber vzoriek sa uskutočnil pomocou oceľového 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 (tab.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 (tab.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.

Tab.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
Strážany	0,86

Tab. 2. Hmotnosť koreňovej hmoty za rok 2015

Modelové územia	Trvalý trávny porast
	hmotnosť kor. hmoty $\text{kg.m}^{-2} \cdot 0,1 \text{ m}^{-1}$
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

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 nestráca 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 sorpcné a ionto výmenné procesy v pôde, vlahový 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 (tab.3). Preukazne ($P < 0,05$) vyššiu produkciu koreňov ($1,54 \text{ kg.m}^{-2} \cdot 0,1 \text{ m}^{-1}$) sme dosiahli v roku 2015. Štatistický 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 ($0,55 - 0,59 \text{ kg.m}^{-2} \cdot 0,1 \text{ m}^{-1}$) 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.

Tab. 3 Analýza variancie pre hodnotenie akumulácie koreňovej hmoty na TTP za roky 2014 - 2015

Rok	Hmotnosť koreňov	Modelové územia								
		Hmotnosť koreňov ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot 0,1^{-1}$)								
		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

Záver

Na základe dosiahnutých výsledkov odporúčame intenzívnejšie využívať systém pestovania krmovín na TTP, alebo prísевy d'atelinotravných miešaniek do trávnych porastov. Trvalé trávne porasty (TTP) sú ekologicky stabilnejšie, lepšie prispôbené danému stanovišťa 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.

Literatúra

1. GÁBORČÍK, N. - TOMAŠKIN, J.: 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
2. GREGOROVÁ, H. - KEČKEMÉTHY, A. - FUSKOVÁ, E.: Produkcia a kvalita koreňovej hmoty siateho pasienkového porastu. Agrochémia, 29, 1989, č. 3, s. 77 - 79
3. TOMAŠKIN, J. - ZIMKOVÁ, M.: Accumulation and production of root system in grassland ecosystems. In Zeszyty problemowe postępów nauk rolniczych, zeszyt 478, Kształtowanie środowiska, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski, Olsztyn. Warszawa: Polska akademia nauk, 2001, s.71-77, ISSN 0084-5477
4. TOMAŠKIN, J.: Role of non-productional functions of grassland in soil protection and environment. In Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences. 2007, Vol. 2, No. 1, p. 33 - 38. ISSN 1842-4090

Pod'akovanie

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

Kontaktná adresa

Ing. Jozef Čunderlík, PhD., Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva, Mládežnícka 36, 974 21 Banská Bystrica, jozef.cunderlik@nppc.sk.

VPLYV ROČNÍKA NA ÚRODU NAŽIEK SLNEČNICE ROČNEJ V KATASTRÁLNO M ÚZEMÍ OBCE VEĽKÁ DOLINA

IMPACT OF YEAR WEATHER CONDITIONS ON SEED YIELD OF SUNFLOWER IN CADASTRAL TERRITORY OF VEĽKÁ DOLINA VILLAGE

Dávid ERNST¹ – Nikola FOLTINOVÁ¹ – Ivan ČERNÝ¹ – Ján GAŽO² – Marek RAŠOVSKÝ¹

Slovenská poľnohospodárska univerzita, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov,

¹Katedra rastlinnej výroby a trávnych ekosystémov, ²Katedra genetiky a šľachtenia rastlín

Abstract

In this experiment the weather conditions of the environment in the growing season 2017 and 2018 were evaluated and compared, these have an impact on the seed yield of sunflower (*Helianthus annuus* L.) NK Neoma hybrid, in the cadastral territory of the Veľká Dolina village. The test location is characterized by a low climate of moderate temperature intensity and a dry or slightly dry climate with annual rainfall of 600 – 650 mm. The weather conditions of the test years were different in the amount and distribution of rainfall in the crucial growth phases of sunflower plants, from June to August. On the basis of different conditions of cultivation, the contrast in crop seed yield of the NK Neoma hybrid was evaluated. The average annual seed yield of sunflower in the growing season of 2017 – 2018 was 3.32 t/ha. A lower seed yield was detected in 2017 with a yield of 3.06 t/ha. A higher seed yield was recorded in 2018 and it was 3.58 t/ha. When the yield increase of 17% was compared to 2017, the difference was 0.52 t/ha. The results of the variance analysis confirmed the statistically significant effect ($\alpha = 0.01$; $P = 0.004$) of the year on the crop yield indicator. Based on the results of the experiment, the influence of weather conditions can be considered an important factor determining the volume of the annual seed yield of sunflower.

Key words: sunflower, year weather conditions, yield, cultivation technology

Súhrn

V experimente bol zhodnotený a porovnaný vplyv poveternostných podmienok rokov 2017 a 2018 na výšku úrody nažiek slnečnice ročnej (*Helianthus annuus* L.) hybridu NK Neoma, v katastrálnom území obce Veľká Dolina. Pokusná lokalita je charakterizovaná nížinnou klímou miernej intenzity teplôt a suchou až mierne suchou klímou s ročnými zrážkami 600 – 650 mm. Poveternostné podmienky uvedených experimentálnych rokov boli odlišné v množstve a v distribúcii zrážok v rozhodujúcich rastových fázach rastlín slnečnice ročnej, v období júna až augusta. Na základe odlišných podmienok pestovania bol zhodnotený rozdiel výšky úrody nažiek hybridu NK Neoma. Priemerná úroda nažiek slnečnice ročnej v pestovateľských sezónach 2017 – 2018 dosiahla hodnotu 3,32 t.ha⁻¹. Nižšia úroda nažiek bola zistená v roku 2017 s úrodou 3,06 t.ha⁻¹. Vyššia úroda nažiek bola zaznamenaná v roku 2018 a to 3,58 t.ha⁻¹, kedy bol pozorovaný nárast úrody v porovnaní s rokom 2017 o 17 %, čo predstavuje 0,52 t.ha⁻¹. Výsledky analýzy rozptylu potvrdili štatisticky vysoko preukazný vplyv ($\alpha = 0,01$; $P = 0,004$) ročníka na ukazovateľ úrody nažiek. Na základe výsledkov experimentu možno považovať vplyv poveternostných podmienok za dôležitý faktor ovplyvňujúci výšku úrody nažiek slnečnice ročnej.

Kľúčové slová: slnečnica ročná, ročník, úroda, technológia pestovania

Úvod

Slnečnica ročná (*Helianthus annuus* L.) sa zaraďuje medzi desať najvýznamnejších plodín pestovaných vo svete. Považuje sa za najvýznamnejšiu olejninu po sóji fazuľovej, bavlníku a podzemnice olejnej, z hľadiska svetovej produkcie olejnin (BOKOR, 2017). Oblasť Mexika a Peru sa vyznačuje pôvodom slnečnice ročnej, ktorá sa do Európy dostala v 16. storočí. Slnečnica ročná sa najprv pestovala ako okrasná rastlina alebo ako medziplodina (NOZDRICKÝ *et al.*, 2015). V súčasnosti sa na Slovensku slnečnica ročná považuje za druhú najpestovanejšiu olejninu. V našich podmienkach sa pestuje najmä v južnejších a teplejších oblastiach. Pestovateľská plocha slnečnice ročnej na Slovensku bola v roku 1948 približne na 10 tisíc hektárov. Jej pestovateľská plocha sa postupne rozširovala a v posledných rokoch sa ustálila na úrovni približne 80 až 90 tisíc hektárov (BOKOR, 2017). Svetové zberové plochy sa pohybujú na úrovni 25 miliónov hektárov. Najväčšie pestovateľské plochy slnečnice ročnej sú v Rusku, Ukrajine, Argentíne a krajinách EÚ (MÁLEK *et al.*, 2013).

Význam a využitie pestovania slnečnice ročnej spočíva v poskytovaní vysoko kvalitného a dieteticky hodnotného oleja, ktorý sa využíva hlavne ako stolový, no taktiež aj ako technický olej. Slnečnicový olej má vysokú výživnú hodnotu, obsahuje až 70 % kyseliny linolovej, lyzín, metionín (BOKOR, 2017). Ďalej obsahuje vitamíny komplexu B, tokoferoly a karotenoidy (KANG *et al.*, 2014). Slnečnica sa pri mimo olejovom využití považuje za alternatívu ako krmivo pre exotické vtáctvo a vo forme výliskov a siláže sa využíva ako veľmi cenné a hodnotné krmivo najmä pre výkrmový hovädzí dobytok (MÁLEK *et al.*, 2013).

Slnečnica synchronizuje svoj rast, vývoj a metabolizmus na denné cykly podporujúce prežitie a reprodukciu v určitých kolísavých podmienkach. K vonkajším faktorom, ktoré ovplyvňujú denné cykly zaraďujeme svetlo, teplo, dostupnosť vody a vhodnosť pôdy (VANDENBRINK *et al.*, 2014). Medzi dôležité pôdne podmienky patria fyzikálne, chemické a biologické vlastnosti pôdy a ich zásobovanie vodou a živinami. Slnečnici ročnej sa najlepšie darí na pôdach ako černozeme, čiernice a fluvizeme (KOVÁČIK & GALLIKOVÁ, 2012). Hoci je slnečnica hlboko koreniaca plodina, ktorá je schopná prijímať vodu aj z väčšej hĺbky, pri nedostatku vody sa znižuje jej produktivita (SARAZIN *et al.*, 2017). Nedostatok vody znižuje olejnatosť a tým obsah kyseliny olejovej, linolovej, linolénovej a plamitovej (EBRAHIMIAN *et al.*, 2019). Nároky slnečnice počas vegetácie sú na celkový súčet zrážok pomerne nízke (450 – 500 mm a celkový súčet teplôt predstavuje 1600 až 1700 °C (MÁLEK *et al.*, 2013). ŠROJTOVÁ & HNÁT (2003) považujú kukuričnú výrobnú oblasť (s nadmorskou výškou do 250 m n. m., s priemernou ročnou teplotou 9 – 10 °C) a repársku výrobnú oblasť (s nadmorskou výškou 300 – 350 m n. m. a priemernou ročnou teplotou 8 – 9 °C) za vhodnú pre pestovanie slnečnice ročnej. Vplyv na úrodnosť sa líši v závislosti od pôdných a klimatických podmienok, od pestovaných plodín (osevného postupu), ale taktiež od systému obrábania pôdy a hnojenia (HECZKO, 2018).

Cieľom experimentu bolo zhodnotiť a porovnať vplyv poveternostných podmienok rokov 2017 a 2018 na výšku úrody nažiek slnečnice ročnej v katastrálnom území obce Veľká Dolina.

Materiál a metódy

V poľnom experimente sme zhodnotili a porovnali vplyv poveternostných podmienok prostredia pestovateľských rokov 2017 a 2018 na výšku úrody nažiek slnečnice ročnej (*Helianthus annuus* L.). Poľnohospodársky podnik SÍRIUS AGRO, s. r. o. nám umožnil vykonať experiment, na základe ktorého sme získané výsledky uviedli v tejto štúdii. Zhodnotili sme vplyv poveternostných podmienok na výšku úrody nažiek hybridu slnečnice ročnej od spoločnosti Syngenta NK Neoma ClearField®, počas dvoch rokov, na dvoch parcelách v katastrálnom území obce Veľká Dolina.

NK Neoma ClearField® je stredne skorý hybrid vyšľachtený z genetického základu NK Brio. Ide o hybrid nízkeho vzrastu s previsnutým, mierne vypuklým úborom a je veľmi odolný voči poliehaniu a chorobám. Odporúčaný výsevok je 60 – 65 tisíc jedincov.ha⁻¹. Hybrid obsahuje 47,6 % oleja a je charakteristický priemernou HTN 48 g (URL 1).

Pokusná lokalita sa nachádza v územnom katastri obce Veľká Dolina. Z väčšej miery je jej výmera 1622 ha pokrytá poľnohospodárskou pôdou. Chotár tvoria najmä čiernozemné pôdy, ktoré patria k najúrodnejším na Slovensku. Nadmorská výška v strede obce je 136 m n. m. a v chotári 120-151 m n. m. Lokalita je charakterizovaná nížinnou klímou miernej intenzity teplôt a suchou až mierne suchou klímou s ročnými zrážkami 600 – 650 mm (URL 2). Poveternostná charakteristika – priemerná teplota vzduchu (°C) a úhrn zrážok boli poskytnuté z meteorologickej stanice PD Mojmirovce a sú uvedené v Tab. 1 a 2.

Tab. 1 Priemerné teploty vzduchu (°C) v pestovateľských sezónach 2017 a 2018

Mesiac	Klimatický normál	Ideálna potreba	2017			2018		
			Teplota	ΔT	Charakteristika	Teplota	ΔT	Charakteristika
IV.	10,4	10,0	5,2	-5,2	mimoriadne studený	10,7	0,3	normálny
V.	15,1	12,0	11,6	-3,5	mimoriadne studený	13,1	-2	studený
VI.	18,0	16,0	16	-2	studený	14,9	-3,1	mimoriadne studený
VII.	19,8	19,0	16,2	-3,6	mimoriadne studený	16,2	-2	studený
VIII.	19,3	18,0	17,2	-2,1	veľmi studený	17,5	-2	studený
IX.	15,6	15,0	11,0	-4,6	mimoriadne studený	11,7	-3,9	mimoriadne studený

Tab. 2 Úhrn zrážok (mm) v pestovateľských sezónach 2017 a 2018

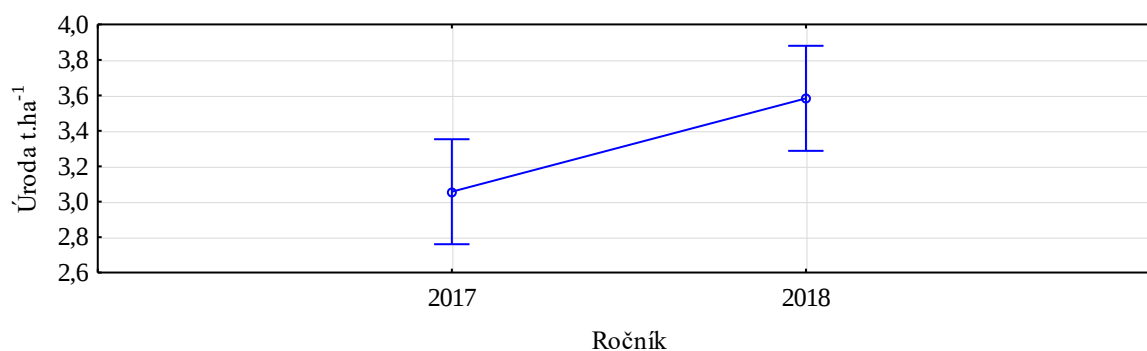
Mesiac	Klimatický normál	Ideálna potreba	2017			2018		
			Zrážky	% n	Charakteristika	Zrážky	% n	Charakteristika
IV.	39	27,5	38,5	99	normálny	21,5	55	suchý
V.	58	77,6	18	31	veľmi suchý	46	79	normálny
VI.	66	13,6	28,5	43	veľmi suchý	153	232	veľmi vlhký
VII.	52	14,6	70,5	136	vlhký	30,5	59	suchý
VIII.	61	95,4	22,5	37	veľmi suchý	43,5	71	suchý
IX.	40	12,2	100	250	veľmi vlhký	71,5	179	veľmi vlhký

ClearField® technológia pestovania v oboch experimentálnych rokoch pozostávala na jeseň zo zberu predplodiny (pšenice letnej formy ozimnej – rok 2017, kukurice siatej na zrn – rok 2018), podmietky a zaorania pozberových zvyškov hlbokou orbou. Na jar bola vykonaná predsejbová príprava pôdy smyko-bránami, aplikácia dusíkatého priemyselného hnojiva zapracovaného kombinátorom a sejba slnečnice ročnej (pestovateľský spon 0,75 m × 0,25 m). Po sejbe bol aplikovaný pôdny herbicíd – preemergentne a počas vegetácie bol aplikovaný ďalší herbicíd – postemergentne. Neskôr v júni bol aplikovaný aj fungicíd a na záver v septembri bol vykonaný kombajnový zber slnečnice ročnej.

Výsledky a diskusia

Priemerná úroda nažiek slnečnice ročnej v pestovateľských sezónach 2017 – 2018 dosiahla hodnotu 3,32 t.ha⁻¹. Nižšia úroda nažiek s hodnotou 3,06 t.ha⁻¹ bola zistená v roku 2017. Vyššia úroda nažiek bola zaznamenaná v roku 2018 a to 3,58 t.ha⁻¹, kedy bol pozorovaný nárast úrody v porovnaní s rokom 2017 o 17 %, čo predstavuje 0,52 t.ha⁻¹. Výsledky analýzy rozptylu potvrdili štatisticky vysoko preukazný vplyv ($\alpha = 0,01$; $P = 0,004$) ročníka na ukazovateľ úroda nažiek.

Obr. 1 Vplyv ročníka na úrodu nažiek slnečnice ročnej, testovanie kontrastov Fisherov LSD test ($\alpha = 0,01$; $P = 0,004$)



Na základe veľkých výkyvov úhrnu zrážok a priemerných teplôt počas vegetačného obdobia, bol zistený štatisticky vysoko preukazný vplyv ($\alpha = 0,01$; $P = 0,004$) ročníka na výšku úrody nažiek slnečnice ročnej. ČERNÝ *et al.* (2018) uvádzajú tiež štatisticky vysoko preukazný vplyv ($P < 0,001$) ročníka na ukazovateľ úroda nažiek slnečnice ročnej, kedy priemerná úroda rokov 2015 a 2016 dosiahla hodnotu 2,28 t.ha⁻¹. Vyššia úroda nažiek bola v roku 2016 v porovnaní s rokom 2015 až o 30 %, čo predstavuje 0,52 t.ha⁻¹. KOVÁR *et al.* (2016) uvádzajú štatisticky vysoko preukazný vplyv poveternostných podmienok nielen na výšku úrody nažiek, ale aj na ďalšie produkčné parametre ako napr. obsah oleja v nažkách, ktorý bol v roku 2013 vyšší ako v roku 2012. ERNST *et al.* (2016) uvádzajú zhodné výsledky s uvedeným a to preukazný vplyv ročníka na úrodu slnečnice ročnej, kedy rok 2013 bol priaznivejší ako rok 2012.

Záver

V súčasnosti sa na Slovensku slnečnica ročná považuje za druhú najpestovanejšiu olejninu. V našich podmienkach sa pestuje najmä v južnejších a teplejších oblastiach. V poľnom experimente bol zhodnotený a porovnaný vplyv poveternostných podmienok prostredia pestovateľských rokov 2017 a 2018 na výšku úrody nažiek slnečnice ročnej (*Helianthus annuus* L.) hybridu NK Neoma ClearField® od spoločnosti Syngenta na dvoch parcelách v katastrálnom území obce Veľká Dolina.

Z hľadiska priemerných teplôt počas vegetačného obdobia a podľa úhrnu zrážok môžeme označiť ročník 2017 ako studený až mimoriadne studený a zároveň veľmi suchý, ročník 2018 ako studený až mimoriadne studený a zároveň veľmi vlhký. Na základe výsledkov výšky úrody nažiek bol zistený nárast úrody v roku 2018 v porovnaní s rokom 2017 o 17 %, čo predstavuje 0,52 t.ha⁻¹. Výsledky analýzy rozptylu potvrdili štatisticky vysoko preukazný vplyv ($\alpha = 0,01$; $P = 0,004$) ročníka na ukazovateľ úroda nažiek. Výsledky experimentu naznačujú, že vplyv poveternostných podmienok ročníka je významným úrodotvorným faktorom, ktorému by mali pestovatelia prikladať význam najmä v súčasnom

období meniacej sa klímy a s ohľadom na to voliť vhodné racionalizačné opatrenia v technológii pestovania slnečnice ročnej.

Literatúra

1. BOKOR, P. 2017. *Najškodlivejšie choroby slnečnice ročnej (Helianthus annuus L.) v podmienkach Slovenska*. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita. 182 s. ISBN 978-80-552-1689-8.
2. ČERNÝ, I. et al. 2018. *Biologicky aktívne látky v systéme pestovania slnečnice ročnej*. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita. 111 s. ISBN 978-80-552-1795-6.
3. ERNST, D. – KOVÁR, M. – ČERNÝ, I. 2016. Effect of two different plant growth regulators on production traits of sunflower. In *Journal of Central European Agriculture*, vol. 17(4), p. 998-1012. ISSN 1332-9049. DOI: 10.5513/JCEA01/17.4.1804
4. EBRAHIMIAN, E. – SEYYEDI, S. M. – BYBORDI, A. – DAMALAS, CH. A. 2019. Seed yield and oil quality of sunflower, safflower, and sesame under different levels of irrigation water availability. In *Agricultural Water Management*, no. 218, pp. 149 – 157. ISSN 0378-3774. DOI:10.1016/j.agwat.2019.03.031.
5. HECZKO, J. 2018. Technológie obrábania pôdy a ich vplyv na organickú hmotu. In *Naše pole*, roč. 22, č. 12, s. 30 – 31. ISSN 1335-2466.
6. KANG, F. – CORNÉDE, P. H. – LECOEUR, J. – LETORT, V. 2014. SUNLAB: A functional – structural model for genotypic and phenotypic characterization of the sunflower crop. In *Ecological Modelling*, vol. 290, pp. 21-33. ISSN 0304-3800. DOI:10.1016/j.ecolmodel.2014.02.006.
7. KOVÁČIK, P. – GALLIKOVÁ, M. 2012. Výživa a hnojenie slnečnice ročnej (*Helianthus annuus*, L.). Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita. 78 s. ISBN 978-80-552-0889-3.
8. KOVÁR, M. – ČERNÝ, I. – ERNST, D. 2016. Analysis of relations between crop temperature indices and yield of different sunflower hybrids foliar treated by biopreparations. In *Agriculture*, vol. 62, no. 1, pp 28 – 40. DOI: 10.1515/agri-2016-0004.
9. MÁLEK, B. et al. 2013. *Slunečnice – technologie pěstování*. České Budějovice: Kurent. 125 s. ISBN 978-80-87111-41-3.
10. NOZDRICKÝ, L. et al. 2015. *Výrobné systémy v rastlinnej výrobe*. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita. 283 s. ISBN 978-80552-1298-2.
11. SARAZIN, V. – DUCLERCQ, J. – GUILLOT, X. – SANGWAN, B. – SANGWAN, R. S. 2017. Water-stressed sunflower transcriptome analysis revealed important molecular markers involved in drought stress response and tolerance. In *Environmental and Experimental Botany*, no. 142, pp. 45 – 53. ISSN 0098-8472. DOI:10.1016/j.envexpbot.2017.08.005.
12. ŠROJTOVÁ, G. – HNÁT, A. 2003. *Slnečnica vo Východoslovenskej nížine*. Michalovce: Oblastný výskumný ústav agroekológie, 2003. 99 s. ISBN 80-969094-0-1.
13. URL 1: NK Neoma. 2019 [online], aktualizované 2019 [cit. 2019-02-04]. Dostupné na: <<https://www.syngenta.sk/product/seed/nk-neoma>>.
14. URL 2: PHSR Veľká Dolina. 2019 [online], aktualizované 2015 [cit. 2019-02-25]. Dostupné na: <<https://velkadolina.sk/wpcontent/uploads/2016/04/PHSRVe%C4%BEk%C3%A1-Dolina-2015-2023.pdf>>.
15. VANDENBRINK, J. P. – BROWN, E. A. – HARMER, S. L. – BLACKMAN, B. K. 2014. Turning heads: The biology of solar tracking in sunflower. In *Plant Science*, no. 224, pp. 20-26. ISSN 0168-9452. DOI:10.1016/j.plantsci.2014.04.006.

Kontaktná adresa

Ing. Dávid Ernst, PhD., Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, Katedra rastlinnej výroby a trávnych ekosystémov, Trieda A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail: david.ernst@uniag.sk Bc. Nikola Foltinová, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, Katedra rastlinnej výroby a trávnych ekosystémov, Trieda A. Hlinku 2, 949 76 Nitra. e-mail: xfoltinovan@uniag.sk, doc. Ing. Ivan Černý, PhD., Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, Katedra rastlinnej výroby a trávnych ekosystémov, Trieda A. Hlinku 2, 949 76 Nitra. e-mail: ivan.cerny@uniag.sk, Ing. Ján Gažo, PhD., Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, Katedra genetiky a šľachtenia rastlín, Trieda A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail: jan.gazo@uniag.sk.

VPLYV STIMULÁTORA RASTU ATONIK NA PRODUKČNÉ PARAMETRE SLNEČNICE ROČNEJ

IMPACT OF GROWTH STIMULATOR ATONIK ON PRODUCTION TRAITS OF SUNFLOWER

Dávid ERNST¹ – Matej MARAČKA¹ – Ivan ČERNÝ¹ – Ján GAŽO² – Marek RAŠOVSKÝ¹

Slovenská poľnohospodárska univerzita, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov,
¹Katedra rastlinnej výroby a trávnych ekosystémov, ²Katedra genetiky a šľachtienia rastlín

Abstract

The field monofactor experiment was carried out during the 2018. The experimental area is located in a very warm, very dry and lowland climatic region. Biological material in the experiment, the P-64HE118 hybrid with tolerance to EXPRESS[®] 50 SX herbicide, was used. Atonic is a plant stimulator whose active ingredients are aromatic nitro compounds. Atonic was applied by foliar application at a dose of 0.6 l/ha. Atonik effects various stages of development of plants, enhances germination and rooting, stimulates vegetative growth and flower bud development, alleviates detrimental effect of stress, improves health of crops, improves quality, increases yields and profits.

Keywords: sunflower, Atonik, yield-forming parameters, yield, oiliness

Súhrn

Poľný monofaktorový experiment bol realizovaný počas pestovateľskej sezóny 2018. Pokusná lokalita sa nachádza v teplej kukuričnej výrobnjej oblasti. Pokusná parcela sa nachádza vo veľmi teplom, veľmi suchom a nížinnom klimatickom regióne s pôdnym typom černoze. V experimente bol zaradený HO (high oleic) hybrid P-64HE118. Atonik je rastlinný stimulátor, ktorého účinnými látkami sú aromatické nitrozlučieniny. Výsledky experimentu ukázali, že vplyv foliarnej aplikácie stimulátora rastu Atonik na výšku úrody nažiek (4,17 t.ha⁻¹) bol štatisticky preukazný ($\alpha = 0,01$; $P = 0,016$). Nižšia úroda nažiek bola zaznamenaná na kontrolnom variante (3,72 t.ha⁻¹). Vplyv Atoniku na obsah oleja v nažkách bol štatisticky nepreukazný ($\alpha = 0,01$; $P = 0,284$).

Kľúčové slová: slnečnica, Atonik, úrodotvorné prvky, úroda, olejnatosť

Úvod

Slnečnica ročná (*Helianthus annuus* L.), plodina pôvodom zo Severnej Ameriky, je významná rastlina, olejina a v dnešnom svete má už svoje stále miesto. Pestovanie slnečnice ročnej je charakteristické pre rozvinutejšie krajiny, najmä vo východnej Európe (FISCHER *et al.*, 2014). Slnečnica ročná je na území Slovenskej republiky významná plodina, či už z ekonomického hľadiska, postavenia v osevných postupoch, alebo prínosu pre výživu ľudí. Napriek tomuto faktu, sa výmery slnečnice ročnej na území SR v roku 2019 znížili o takmer 30 % v porovnaní s predchádzajúcim rokom (MERAVÁ, 2019). Znižovaniu výmery taktiež napomáha aj ekonomika pestovania slnečnice ročnej, ktorá výrazne tlačí na vysoké úrody pre zaistenie profitability pestovania tejto plodiny. Ďalšou prekážkou v pestovaní by mohli byť zhoršujúce sa klimatické podmienky a počasie. Klimatická zmena, extrémne počasie, výkyvy a sucho, toto všetko spôsobuje u rastlín abiotický stres. Odpoveďou rastliny na stresové podmienky je napríklad tvorba stresových bielkovín, zmeny hladiny hormónov, znižuje sa obsah hormónov stimulujúcich rast, syntéza zlúčenín znižujúcich bod mrazu vody, zhoršuje sa fotosyntéza (SALA *et al.*, 2012). Rastlinné stimulátory obsahujú zlúčeniny, ktoré sa prirodzene nachádzajú v rastline a usmerňujú fyziologické procesy v rastlinách. Stimulátory rastu aplikované na poľné plodiny podporujú fotosyntézu, podporujú tvorbu

rastlinných hormónov, stimulujú rast rastlín, podporujú kvitnutie a chránia rastliny pred nepriaznivými poveternostnými podmienkami (MIHALACHE & STĂNESCU, 2017). Cieľom príspevku bolo zhodnotiť vplyv stimulátora rastu Atonik na produkčné parametre – výšku úrody nažiek a obsah oleja v nažkách slnečnice ročnej v teplej kukuričnej výrobní oblasti západného Slovenska.

Materiál a metódy

Poľný jednofaktorový experiment bol realizovaný počas pestovateľskej sezóny 2018 v poľnohospodárskom subjekte Lúčnica s.r.o. Pokusná parcela sa nachádza na hranici veľmi teplého, veľmi suchého, nížinného TS >10 °C (suma priemerných denných teplôt nad 10 °C) je > 3000 °C a teplého, veľmi suchého a nížinného TS >10 °C je 3000 – 2800 °C klimatického regiónu. Klimatický ukazovateľ zavlaženia podľa Budyka (rozdiel potenciálneho výparu a zrážok v mm) je v lokalite 150 – 200 mm. Priemerná teplota za vegetačné obdobie (IV – IX) sa pohybuje od 15 – 17 °C. Pôdny typ: Černozem, pôdny druh: Hlinito-ílovitá pôda. Predplodinou slnečnice ročnej bola pšenica letná forma ozimná (*Triticum aestivum* L.). Sejba slnečnice ročnej bola realizovaná sejačkou na presný výsev (medziriadková vzdialenosť: 0,765 m, vzdialenosť v riadku: 0,20 m) s počtom rastlín 66 000 na hektár. Technológia pestovania slnečnice v pokuse bola ExpressSun® s hlbokým podrývaním. Experiment bol založený metódou kolmo delených blokov v 3 opakovaniach s náhodným usporiadaním pokusných členov. Základné hnojenie bolo uskutočnené na základe agrochemického rozboru pôdy na predpokladanú výšku úrody 5 t.ha⁻¹. K výpočtu dávok jednotlivých hnojív bola použitá bilančná metóda. V experimente bol zaradený hybrid P-64HE118 od spoločnosti PIONEER. Hybrid je stredne skorý s vysokým obsahom kyseliny olejovej a zaraďuje sa medzi HO (high oleic) hybridy. Atonik je rastlinný stimulátor, ktorého účinnými látkami sú aromatické nitrozlúčeniny (para-nitrofenolát sodný 3g.l⁻¹, ortho-nitrofenolát sodný 2 g.l⁻¹, 5-nitroguajakolát sodný 1 g.l⁻¹). V experimente bol skúmaný vplyv foliárnej aplikácie stimulátora rastu Atonik na kvantitatívne a kvalitatívne parametre produkcie slnečnice ročnej.

Tab. 1 Varianty ošetrovania slnečnice ročnej stimulátorom rastu Atonik

Variant	Termín aplikácie	Dávka
Kontrola	-	-
Atonik	BBCH 18	0,6 l.ha ⁻¹

Porasty slnečnice ročnej boli zberané kombajnom CLAAS LEXION 540. Získané údaje o úrode nažiek boli prepočítané na plochu 1 ha (t.ha⁻¹). Obsah oleja (%) bol zistený zo vzoriek nažiek o hmotnosti 200 g extrakčnou metódou za využitia extrakčného prístroja SOXHLET. Výsledky experimentu boli štatisticky vyhodnotené analýzou rozptylu prostredníctvom štatistického programu Statistica 10. Pri testovaní kontrastov bol využitý Fisherov LSD test ($\alpha = 0,01$).

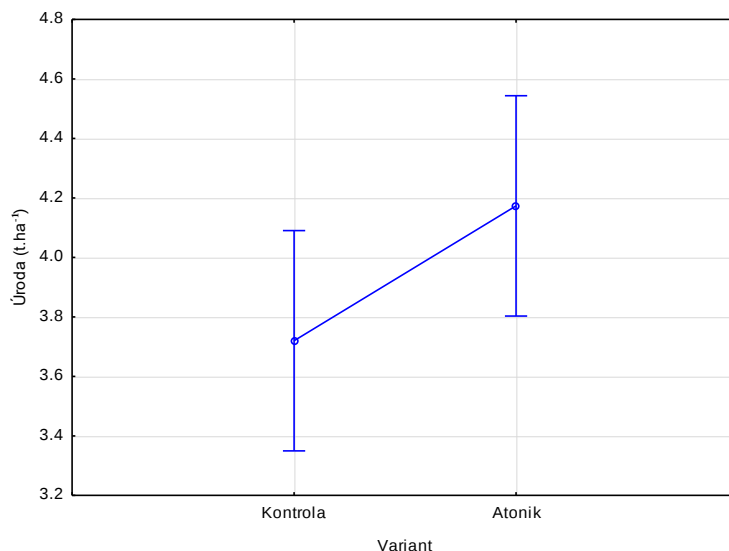
Výsledky a diskusia

Priemerná hodnota pre ukazovateľ úroda nažiek slnečnice ročnej v pestovateľských sezónach 2018 dosiahla hodnotu 3,95 t.ha⁻¹. Najnižšia hodnota bola zaznamenaná na kontrolnom variante. Vyššiu úrodu nažiek sme zaznamenali na variante ošetrovanom Atonikom. Nárast úrody u variantu ošetrovanom Atonikom bol o 0,45 t.ha⁻¹, čo predstavuje nárast o 10,79 %. Výsledky jednofaktorovej analýzy rozptylu (Obr. 1) potvrdili štatisticky preukazný vplyv ($\alpha = 0,01$; $P = 0,016$) Atoniku na ukazovateľ úroda nažiek.

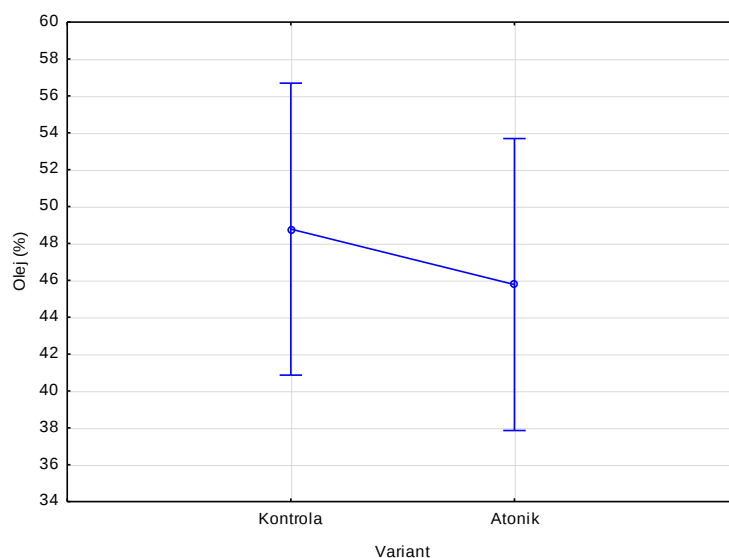
Priemerná hodnota pre ukazovateľ obsahu oleja v nažkách počas pestovateľskej sezóny 2018 bola 47,28 %. Nižšia hodnota (45,77 %) bola zaznamenaná vo variante

ošetrenom Atonikom. Najvyššiu hodnotu (50,0 %) sme zaznamenali na kontrolnom variante. Výsledky jednofaktorovej analýzy rozptylu (Obr. 2) nepotvrdili štatisticky preukazný vplyv ($\alpha = 0,01$; $P = 0,284$) Atoniku na ukazovateľ obsah oleja v nažkách slnečnice ročnej.

Obr. 1 Vplyv Atoniku na úrodu nažiek, testovanie kontrastov Fisherov LSD test ($\alpha = 0,01$; $P = 0,016$)



Obr. 2 Vplyv Atoniku na obsah oleja v nažkách, testovanie kontrastov Fisherov LSD test ($\alpha = 0,01$; $P = 0,284$)



Biostimulátory rastu pozitívne ovplyvňujú biologické procesy v rastline, čo má za následok zlepšenie fotosyntézy, stimuláciu rastu, podporu kvitnutia a ochrany rastliny pred nepriaznivými poveternostnými podmienkami. Uvedené je predpokladom pre vysoké a kvalitné úrody. Pozitívny vplyv biostimulátora rastu na úrodu nažiek slnečnice ročnej bol zaznamenaný vo viacerých experimentoch (KOVÁR *et al.*, 2016; ERNST, 2017; VAREČKA, 2018). Uvedené je v súlade s našou prácou. V experimente sme dokázali štatisticky preukazný vplyv Atoniku na úrodu nažiek slnečnice ročnej. Toto tvrdenie je v rozpore s VEVERKOVÁ *et al.* (2010), ČERNÝ *et al.* (2011), ktorí zaznamenali na variantoch ošetrených Atonikom nepreukazný vplyv na úrodu nažiek. Rozdielne výsledky môžu byť spôsobené rozličným

biologickým materiálom, odlišným priebehom ročníka, predsejbovou prípravou alebo rozdielnou dávkou Atoniku $0,8 \text{ l.ha}^{-1}$ (ČERNÝ *et al.*, 2011). Rovnako ako ČERNÝ *et al.* (2011) a VEVERKOVÁ *et al.* (2011), sme zaznamenali nižší obsah oleja v nažkách na variante ošetrovanom Atonikom.

Záver

Z výsledkov experimentu, ktorý sa realizoval v teplej kukuričnej výrobní oblasti Západného Slovenska v pestovateľskom roku 2018, možno konštatovať, že vplyv foliárnej aplikácie stimulátora rastu Atonik na výšku úrody nažiek ($4,17 \text{ t.ha}^{-1}$) bol štatisticky preukazný ($\alpha = 0,01$; $P = 0,016$). Nižšia úroda nažiek ($3,72 \text{ t.ha}^{-1}$) bola zaznamenaná na kontrolnom variante. Vplyv Atoniku na obsah oleja v nažkách bol štatisticky nepreukazný ($\alpha = 0,01$; $P = 0,284$). Výsledky experimentu umožňujú konštatovať, že foliárnu aplikáciu Atoniku na porasty slnečnice ročnej, v teplej kukuričnej výrobní oblasti, je možné považovať za významný racionalizačný prvok technológie jej pestovania. Na základe experimentu, odporúčame pre poľnohospodársku prax foliárnu aplikáciu biostimulátora rastu Atonik na porasty slnečnice ročnej.

Literatúra

1. FISCHER, T. – BYERLEE, D. – EDMEADES, G. 2014. *Crop yields and global food security*. Australian Centre for International Agricultural Research. 278 s. ISBN 978-1-925133-05-9.
2. MERAVÁ, E. 2019. Olejniny. In *Situačná a výhľadová správa k 30. 6. 2019*, vol. 24, pp. 15-18. ISSN 1339-0023.
3. SALA, A. *et al.* 2012. Sunflower: improving crop productivity and abiotic stress tolerance. In: *Improving Crop Resistance to Abiotic Stress*. pp. 1203-1249. DOI: 10.1002/9783527632930.ch47
4. MIHALACHE, D. – STĂNESCU, A. M. 2017. Influence of some NPK fertilizers with protein hydrolysates on sunflower crop. In *AgroLife Scientific Journal*, vol. 6, no. 1, pp. 159-168, ISSN 2285-5718.
5. KOVÁR, M. – ČERNÝ, I. – ERNST, D. 2016. Analysis of relations between crop temperature indices and yield of different sunflower hybrids foliar treated by biopreparations. In *Agriculture (Poľnohospodárstvo)*, vol. 62, no. 1, pp. 28-40. DOI: 10.1515/agri-2016-0004.
6. ERNST, D. 2017. *Hodnotenie produkčného potenciálu slnečnice ročnej (Helianthus annuus, L.) vplyvom biostimulátorov rastu* : Dizertačná práca. Nitra :SPU. 149 s.
7. VAREČKA, I. 2018. *Hodnotenie produkčného potenciálu slnečnice ročnej (Helianthus annuus L.) vplyvom aplikácie biologicky aktívnych látok* : Dizertačná práca. Nitra :SPU. 126 s.
8. VEVERKOVÁ, A. – ČERNÝ, I. – BACSOVÁ, Z. 2010. Vplyv organizácie porastu a foliárneho ošetrovania na vybrané parametre produkcie slnečnice ročnej. In *Zborník vedeckých prác doktorandov a mladých vedeckých pracovníkov*. Nitra. s. 22-28. ISBN 978-80-8094-742-2.
9. ČERNÝ, I. – VEVERKOVÁ, A. – BACSOVÁ, Z. 2011. Analysis of selected factors of production on yield creation and fat content of sunflower (*Helianthus annuus* L.). In *Potravinárstvo*, vol. 5, no. 2, pp. 332-335. ISSN 1338-0230.
10. ČERNÝ, I. – PAČUTA, V. – VEVERKOVÁ, A. 2011. Úroda a obsah tukov nažiek slnečnice ročnej (*Helianthus annuus* L.) vplyvom poveternostných podmienok ročníka a mimokoreňovej výživy Penatakeepom a Atonikom. In *Prosperující olejniny (sborník z konference)*. Praha: KRV CZU Praha, s. 118-120. ISBN 978-80-213-2218-9.

Kontaktná adresa

Ing. Dávid Ernst, PhD., Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, Katedra rastlinnej výroby a trávnych ekosystémov, Trieda A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail: david.ernst@uniag.sk, Bc. Matej Maračka, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, Katedra rastlinnej výroby a trávnych ekosystémov, Trieda A. Hlinku 2, 949 76 Nitra. e-mail: xmaracka@uniag.sk, doc. Ing. Ivan Černý, PhD., Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, Katedra rastlinnej výroby a trávnych ekosystémov, Trieda A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail: ivan.cerny@uniag.sk, Ing. Ján Gažo, PhD., Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, Katedra genetiky a šľachtenia rastlín, Trieda A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail: jan.gazo@uniag.sk.

CELOZRNNÝ CHLIEB VO VÝŽIVE ĽUDÍ A VPLYV FREKVENCIE JEHO KONZUMÁCIE NA TELESNÚ KOMPOZÍCIU

WHOLEGRAIN BREAD IN HUMAN NUTRITION AND THE INFLUENCE OF THE FREQUENCY OF ITS CONSUMPTION ON BODY COMPOSITION

Martina GAŽAROVÁ¹ – Eleonóra KRIVOSUDSKÁ² – Miroslava KOČÍKOVÁ³

¹SPU Nitra, FAPZ, Katedra výživy ľudí

²SPU Nitra, FAPZ, Katedra fyziológie rastlín

³absolventka študijného programu Výživa ľudí

Abstract

Wholegrains are considered to be beneficial to health due to their inverse relationship with civilizing diseases (obesity, cardiovascular diseases, type 2 diabetes, colon cancer, etc.). The aim of the work was to evaluate the impact of the consumption of wholegrain bread and the frequency of its consumption on selected anthropometric parameters in a selected group of young people. 79 probands took part in the research and measurements; we performed anthropometric measurements using the InBody 720. We chose the frequency of consumption never, rarely, 1-3 times a week and 4-7 times a week, respectively. Based on our results, we can state that consumers of wholegrain bread 4-7 times a week had the highest or second highest values of all monitored parameters. On the contrary, we found the lowest values in the group of people who do not consume this type of bakery product at all. The results show that the most optimal values were achieved at the frequency of consumption of wholegrain bread 1-3 times a week, which is also desirable in terms of variety and moderation in nutrition. However, the size of the portion and the time of consumption should not be forgotten.

Keywords: wholegrain, bread, nutrition, obesity, body composition, visceral fat

Súhrn

Celozrnné obilniny sa považujú za zdraviu prospešné kvôli ich inverznému vzťahu s civilizačnými chorobami (obezita, kardiovaskulárne ochorenia, diabetes 2. typu, rakovina hrubého čreva a pod.). Cieľom práce bolo zhodnotenie vplyvu konzumácie celozrnných pekárskych výrobkov a frekvencie ich konzumácie na vybrané antropometrické parametre vo vybranej skupine mladých ľudí. Výskumu a meraní sa zúčastnilo 79 probandov, antropometrické meranie sme realizovali prostredníctvom prístroja InBody 720. Vo výskume sme sa zamerali na hodnotenie vzájomných vzťahov medzi konzumáciou a frekvenciou konzumácie celozrnného chleba a ich vplyvom na stavbu a zloženie ľudského tela. Zvolili sme frekvenciu konzumácie nikdy, zriedkavo, 1-3-krát za týždeň a 4-7-krát za týždeň, resp. každý deň. Na základe našich výsledkov môžeme konštatovať, že najvyššie, prípadne druhé najvyššie hodnoty všetkých sledovaných parametrov mali konzumenti celozrnného chleba 4-7-krát za týždeň. Naopak, najnižšie hodnoty sme zistili u ľudí, ktorí tento druh pekárskeho výrobku nekonzumujú vôbec. Z výsledkov vyplýva, že najoptimálnejšie hodnoty boli dosiahnuté pri frekvencii konzumácie celozrnného chleba 1-3-krát týždenne, čo je z hľadiska pestrosti a striedmosti vo výžive aj žiaduce. Netreba však zabúdať na veľkosť porcie a dobu konzumácie.

Kľúčové slová: celozrnný, chlieb, výživa, obezita, telesné zloženie, viscerálny tuk

Úvod

Zrno obilnín sa skladá z endospermu, klíčkov a otrúb, pričom endosperm predstavuje asi 80 % celého zrna, zatiaľ čo percentá, ktoré tvoria zložky klíčkov a otrúb, sa medzi rôznymi obilninami líšia. Pri procese mletia sa otruby a klíčky oddeľujú od škrobového

endospermu a ten sa rozomelie na múku. Živiny a fytochemikálie nie sú rovnomerne rozložené v celom zrne, s vyššími koncentráciami vo vonkajšej časti zrna, takže rafinácia vedie k zníženiu obsahu živín. S výnimkou ryže majú obilniny vysoký obsah vlákniny, nízky obsah tuku, obsahujú približne 10-15 % bielkovín a sú koncentrovaným zdrojom škrobu, bohatým zdrojom vitamínov (najmä vitamínov skupiny B) a sú dobrými zdrojmi minerálnych látok a stopových prvkov (Slavin et al., 1999; Barrett, Foster a Beck, 2020). Obilniny sú považované za bohatý zdroj antioxidačne pôsobiacich fenolových kyselín, ktoré sa nachádzajú v otrubách. Najvyššiu koncentráciu z nich má kyselina ferulová. Vitamín E je ďalším antioxidantom, ktorý je prítomný v celozrnných obilninách a ktorý sa pri procese rafinácie odstraňuje. Tento vitamín chráni nenasýtené mastné kyseliny v bunkových membránach pred oxidačným poškodením. Pri rafinačnom procese sa rovnako odstraňuje aj selén, ktorý funguje ako kofaktor enzýmu glutathionperoxidázy, ktorý chráni pred oxidačným poškodením tkanív (Navrotskyi et al., 2019). Celozrnné výrobky sú zároveň zdrojom fermentovateľných sacharidov, vrátane vlákniny, škrobu a oligosacharidov. Nestrávený sacharid, ktorý sa dostane do hrubého čreva, sa pomocou črevnej mikrobioty fermentuje na mastné kyseliny s krátkym reťazcom. Produkcia týchto kyselín súvisí so zníženým cholesterolom v sére a zníženým rizikom rakoviny. Rozpustná vláknina má hypocholesterolemický účinok a prispieva k lepšej regulácii glykémie. Nerozpustná vláknina zasa úzko súvisí s lepším vyprázdňovaním čriev a ako prevencia obštipácie. Proces rafinácie odstraňuje pomerne viac nerozpustnej vlákniny ako rozpustnej. Aj keď majú obilniny nízky obsah tuku, obsahujú mastné kyseliny, a to kyselinu olejovú a kyselinu linolovú. Obilniny sú navyše bohaté na ďalšie zlúčeniny, ako sú tokotrienoly, rastlinné steroly, o ktorých sa v animálnych štúdiách zistilo, že majú hypocholesterolemické účinky (Navrotskyi et al., 2019).

Celozrnné obilniny sa považujú za prospešné pre zdravie, pretože epidemiologické dôkazy naznačujú jasné inverzné spojenie medzi spotrebou celozrnných obilnín a rizikom neprenosných chorôb, vrátane kardiovaskulárnych ochorení, *diabetes mellitus* 2. typu a rakoviny hrubého čreva (Reynolds et al., 2019). V nedávnej štúdii hodnotiacej spotrebu v 195 krajinách sa zistilo, že v roku 2017 bolo možné približne 3 milióny úmrtí pripísať nízkemu príjmu celozrnných obilnín, čo predstavuje iba 27 % z 11 miliónov úmrtí pripísaných akémukoľvek rizikovému faktoru výživy (Afshin et al., 2019).

Spotreba chleba a pšeničného pečiva na Slovensku klesá. Podľa pekárov je táto spotreba priamoúmerne ovplyvnená dobou a životným štýlom. Kým koncom minulého storočia sa na Slovensku konzumoval chlieb ako základná potrava a pšeničné pečivo bolo akýmsi doplnkom stravy tohto typu, dnes sme vystavení módnym trendom, ktoré zasiahli aj oblasť stravovania. Na jednej strane je to podľa zástupcov Slovenského zväzu pekárov, cukrárov a cestovinárov obrovská škála a rozmanitosť pekárskych výrobkov, ktoré vytlačujú chlieb, ale veľkú úlohu zohráva aj tzv. negatívna reklama a mýty o škodlivosti pekárskych výrobkov. Pritom čerstvý chlieb má ako základná potrava nezastupiteľnú pridanú hodnotu vo výžive človeka (Baričák, 2017; TASR, 2019). Ľudia uprednostňujú nové trendy v stravovaní a čoraz viac sa orientujú na nákup baleného chleba v nižších hmotnostiach. Sú viac zameraní na zdravú výživu. Taktiež nahrádzajú chlieb novými alternatívami, ako sú napríklad cereálne chlebičky alebo nové trendy v prílohách, akými sú sladké batatové zemiaky (Baričák, 2017). Spotreba chleba a pečiva na Slovensku klesá, ale na druhej strane môžeme vidieť, tak ako aj v iných krajinách, stúpajúci trend v spotrebe bezlepkového pečiva (Kolesárová et al., 2018). Kým priemerná spotreba chleba spolu s bežným pečivom na obyvateľa v roku 2000 bola 83,6 kg, v roku 2005 to už bolo 76 kg a aktuálne je to približne 65 kg. Na jedného obyvateľa pritom spotreba chleba v roku 2015 predstavovala 35 kg a 30 kg bežného pečiva. Za posledných 15 rokov tak spotreba na obyvateľa klesla o 20-22 % (tab. 1).

Tab. 1 Spotreba chleba a pečiva za posledné desaťrocie (kg na osobu a rok) (Štatistický úrad SR, 2010-2019)

Pekársky výrobok	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Chlieb	41,6	40,1	39,4	38,1	38,4	36,4	35,1	34,9	35,1	34,5
Pšeničné pečivo	28,2	29,1	29,6	28,8	27,8	29,6	30	29,9	30,6	29,4
Trvanlivé pečivo	8,8	8,8	9	9,2	9,8	9,8	9,8	9	9,1	9,7

Nižšia hustota energie vo výrobkoch založených na báze celozrnných obilnín v porovnaní s tými, ktoré sú vyrobené z rafinovaných obilnín, ako aj významný sýtiaci účinok celozrnných produktov, zohrávajú dôležitú úlohu pri regulácii telesnej hmotnosti. V prípade príjmu chleba, hoci oba typy chleba (celozrnný a biely) majú podobný obsah energie, celozrnný chlieb má väčší sýtiaci účinok. Toto môže ovplyvniť príjem energie obsiahnutý z iných potravín. Vlákna z obilia ovplyvňuje telesnú hmotnosť viacerými mechanizmami v závislosti od vnútorných vlastností, hormonálnych účinkov a črevnej fermentácie (Gažarová et al., 2018b). Celozrnné obilniny môžu mať pozitívny vplyv na reguláciu hmotnosti prostredníctvom toho, že podporujú a predlžujú sýtosť organizmu. Príjem celozrnných obilnín môže tiež spomaliť trávenie alebo absorpciu škrobu, čo vedie k nižším inzulínovým reakciám, ktoré uprednostňujú skôr oxidáciu a lipolýzu tuku ako jeho ukladanie (Bazzano et al., 2012).

Niekoľko epidemiologických štúdií skúmajúcich vzťah medzi stravou a všeobecnou alebo abdominálnou obezitou prinieslo nejednotné výsledky (Romaguera et al., 2011). V rámci skupiny obilnín je chlieb z výživového hľadiska dôležitou zložkou výživy. Dlhodobé presvedčenie širokej verejnosti je však také, že chlieb obsahuje veľké množstvo tuku a sacharidov. Toto povzbudzuje mnohých ľudí, aby obmedzili alebo dokonca úplne vylúčili chlieb zo stravy. Mnohé štúdie už skúmali súvislosti medzi spotrebou obilnín a BMI alebo viscerálnym tukom. Vykazovali inverzné asociácie s antropometrickými parametrami pre konzumáciu celozrnných obilnín (Williams, Grafenauer a O'Shea, 2008).

Cieľom našej práce bolo zhodnotenie vplyvu konzumácie celozrnných pekárskych výrobkov a frekvencie ich konzumácie na vybrané antropometrické parametre vo vybranej skupine mladých ľudí.

Materiál a metódy

Výskumu a meraní sa zúčastnilo 79 probandov (10 mužov a 69 žien). Priemerný vek zúčastnených bol 22,4 rokov (min 20 rokov; max 24 rokov; medián a modus 22 rokov). Antropometrické meranie sme realizovali prostredníctvom prístroja InBody 720 (Biospace Co. Ltd., Seoul, Republic of Korea). Osoby s kardiostimulátorom a tehotné ženy sa takéhoto vyšetrenia nesmú zúčastniť, preto boli probandi pred meraním s touto záležitosťou oboznámení a poučení s následným signovaním súhlasu s podmienkami výskumu. Prístroj InBody 720 slúži k detailnému rozboru zloženia ľudského tela. Určuje rozloženie svalovej hmoty, podkožného tuku, minerálnych látok a vody v tele a v jednotlivých jeho častiach. Z rozdielu nameraných hodnôt bioimpedanciou jednotlivých častí tela a jednotlivých tkanív prístroj diagnostikuje obsah vody, svalov, minerálnych látok a tuku v tele, ich rozloženie, symetriu tohto rozloženia, vyhodnotí stupeň nadhmotnosti, obezity alebo podvýživy, stanoví bazálny metabolizmus, index fyzickej kondície a iné. Súčasťou meraní a práce bolo vyplnenie dotazníka zameraného na konzumáciu pekárskych výrobkov a frekvenciu konzumácie jednotlivých pekárskych výrobkov (v našom prípade celozrnného chleba a pečiva). Vo výskume sme sa zamerali na hodnotenie vzájomných vzťahov medzi konzumáciou

a frekvenciou konzumácie celozrnného chleba a ich vplyvom na stavbu a zloženie ľudského tela. Zvolili sme frekvenciu konzumácie nikdy, zriedkavo, 1-3-krát za týždeň a 4-7-krát za týždeň, resp. každý deň.

Výsledky sme následne spracovali a vyhodnotili pomocou vhodnej analýzy, na ktorú sme použili aplikáciu Microsoft Office Excel 2010 (Los Angeles, CA, USA). Získané údaje sme spracovali pomocou matematicko-štatistických charakteristík (priemer, maximum, minimum, modus, median a pod.). Štatistické rozbory sme uskutočňovali aj pomocou programu STATISTICA Cz verzia 10. Hladiny štatistickej významnosti boli stanovené na $P < 0,05$ (*), $P < 0,01$ (**), $P < 0,001$ (***). Následne sme rozdiely medzi antropometrickými údajmi testovali jednofaktorovou analýzou rozptylu (ANOVA) a porovnávali sa pomocou Tukey's Post Hoc Test.

Výsledky a diskusia

Obezita je jedným z hlavných problémov verejného zdravia 21. storočia, jej prevalencia sa v mnohých európskych krajinách od roku 1980 stonásobila a počet postihnutých sa neustále zvyšuje. Toto zvýšenie prevalence ochorenia a nedostatok účinnej dlhodobej liečby viedli k mylným predstavám a presvedčeniam o obmedzovaní konzumácie niektorých potravinových komodít pri diétach indikovaných pri kontrole hmotnosti, medzi ktoré patrí aj chlieb a pečivo (Loria-Kohen et al., 2012). Nadhmotnosť a obezita sú charakterizované nadmerným ukladaním tuku v tele. Obezita vzniká ako následok energetickej nerovnováhy, teda nepomerom medzi príjmom a výdajom energie (Hainer a Kabrnová, 2016). Je to vážny zdravotný problém, ktorý je významne spojený s vyššou úmrtnosťou a vysokou prevalenciou metabolických porúch. Abdominálna obezita a nadmerné množstvo viscerálneho tuku sú nezávislé faktory pre kardiovaskulárne ochorenia, *diabetes mellitus* a celkovú úmrtnosť. Obezita je v súčasnosti problém nielen vyššej vekovej kategórie, ale posúva sa stále do mladších vekových skupín. Príčinných faktorov jej vzniku je veľa, jedným z nich je aj pomyselná konzumácia pekárenských výrobkov (Gažarová et al., 2018a).

Na základe toho sme zisťovali, aká je preferencia a frekvencia konzumácie celozrnného chleba u mladšej vekovej skupiny a aký je možný vplyv týchto faktorov pri prevalencii nadhmotnosti alebo obezity. V tab. 2 sú uvedené stredné hodnoty sledovaných parametrov v závislosti od frekvencie konzumácie celozrnného chleba.

Tab. 2 Stredné hodnoty sledovaných antropometrických parametrov pri rôznej frekvencii konzumácie celozrnného chleba

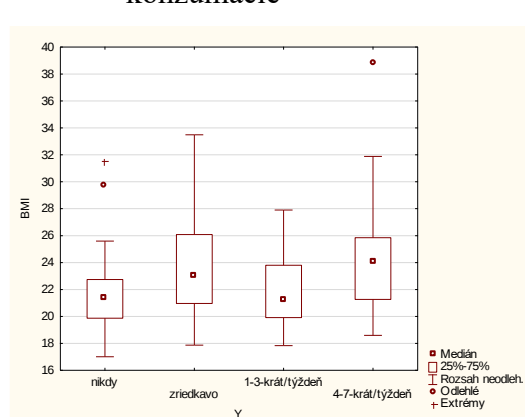
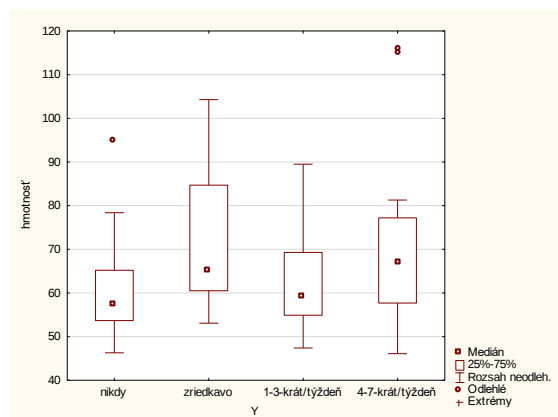
Parameter	nikdy	zriedkavo	1-3-krát za týždeň	4-7-krát za týždeň	P
hmotnosť (kg)	60,29 ^a	73,29 ^b	62,14	71,46	$P < 0,05$
BMI (kg.m ⁻²)	21,94	23,72	22,20	24,59	$P > 0,05$
WHR	0,85 ^a	0,91 ^b	0,86	0,87	$P < 0,05$
tuk v tele (kg)	16,08	19,18	16,56	19,95	$P > 0,05$
%-ny podiel tuku (%)	26,51	25,98	26,57	27,26	$P > 0,05$
VFA (cm ²)	64,20	81,36	67,75	78,57	$P > 0,05$
FFM (kg)	44,21	54,11	45,58	51,51	$P > 0,05$

Pozn.: BMI – index telesnej hmotnosti; WHR – pomer obvodu pásu/bokov; VFA – viscerálna tuková oblasť; FFM – beztuková hmota; a,b – rôzne symboly v riadku vyjadrujú štatisticky významné rozdiely v priemerných hodnotách; ak by boli symboly rovnaké, štatistická preukaznosť rozdielov by sa nepotvrdila

Odlišná frekvencia konzumácie celozrnného chleba sa prejavila aj vo výsledných hodnotách sledovaných parametrov. Priemerná hmotnosť bola najvyššia pri zriedkavej konzumácii celozrnného chleba (73,29 kg) a najnižšia u tých, ktorí ho nekonzumujú vôbec (60,29 kg; tab. 2 a obr. 1). Tento rozdiel bol signifikantný ($P < 0,05$). Hmotnosť je parameter, ktorého číselná hodnota sama o sebe nemá v zásade významnú výpovednú hodnotu. Je to premenná, ktorú je potrebné verifikovať a posúdiť aj vo vzťahu k iným parametrom alebo zhodnotiť v rámci multifaktorových indexov. Z tohto pohľadu je nesprávne interpretovať údaje o hmotnosti a vyvodzovať závery o možnej prítomnosti nadhmotnosti alebo obezity. Hmotnosť je číselný údaj, ktorý v sebe zahŕňa hmotnostnú proporcionalitu jednotlivých zložiek tela (svalová hmota, tuková hmota, voda, minerálie). V našom výskume sme zistili, že najvyššie hodnoty hmotnosti mali probandi, ktorí konzumujú celozrnné pečivo zriedkavo alebo paradoxne 4-7-krát týždenne. Tieto hodnoty však samé o sebe nehovoria nič o podiele tuku alebo svalovej hmoty na celkovej hmotnosti tela, ktoré sa zásadne a významne podieľajú na hmotnosti tela. Z tohto dôvodu je preto nevyhnutné využívať pre diagnostiku obezity ďalšie parametre a indexové faktory zohľadňujúce zastúpenie jednotlivých komponentov tela. Jedným z nich je širokospektrálne využívaný index telesnej hmotnosti.

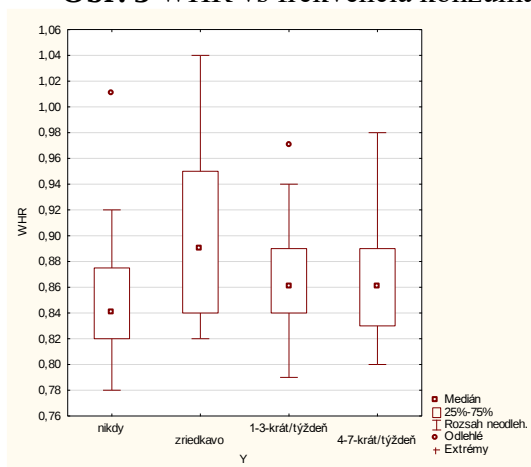
Body mass index alebo index telesnej hmotnosti je jednou z najviac používaných metód pri diagnostike obezity. Vo všeobecnosti sa dá považovať len za štatistický nástroj pre porovnanie v populácii. U konkrétnych jedincov môže ignorovať veľmi dôležité faktory, napr. stavbu tela, množstvo svalstva a pod. (Gažarová, Galšneiderová a Mečiarová, 2019). Zaradenie celozrnného chleba 4-7x do týždenného jedálnička mohlo spôsobiť, že u takýchto probandov sme zistili najvyššiu priemernú hodnotu BMI, a to $24,59 \text{ kg.m}^{-2}$. Minimálna hodnota bola $21,94 \text{ kg.m}^{-2}$ u tých, ktorí celozrnný chlieb nekonzumujú vôbec (tab. 2, obr. 2). Tieto hodnoty kopírujú hodnoty hmotnosti a môžu naznačovať preferencie ľudí vo výbere druhu chleba, kedy skôr uprednostňujú celozrnnú verziu produktu. Ľudia v snahe vyhnúť sa konzumácii bieleho chleba a pečiva siahajú po iných druhoch pekárskech výrobkoch, čo však nemusí jednoznačne viesť k zdravšej voľbe a zníženiu telesnej hmotnosti. Na jednej strane organizmus obohatia o cenné minerálne látky a vitamíny, ale vplyv na hmotnosť sa odzrkadlí taktiež. Podobnou štúdiou sa zaoberali aj Fuente-Arrillaga et al. (2014), ktorej cieľom bolo sledovať incidencia nadhmotnosti a obezity. Výsledky štúdie z hľadiska BMI nevykazovali priamy vzťah medzi konzumáciou bieleho alebo celozrnného chleba a vyšším prírastkom hmotnosti u probandov. Podobné výsledky sme zaznamenali aj v predošlej štúdii (Gažarová et al., 2018b). Ako však bolo uvedené vyššie, BMI ignoruje niektoré dôležité faktory, ako je podiel svalovej či tukovej hmoty, preto len na základe hodnoty BMI nemôžeme určiť, či daný človek trpí obezitou alebo nie.

Obr. 1 Hmotnosť (kg) vs frekvencia konzumácie **Obr. 2** BMI (kg.m^{-2}) vs frekvencia konzumácie

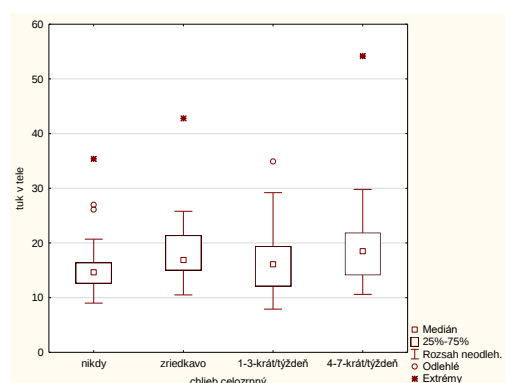
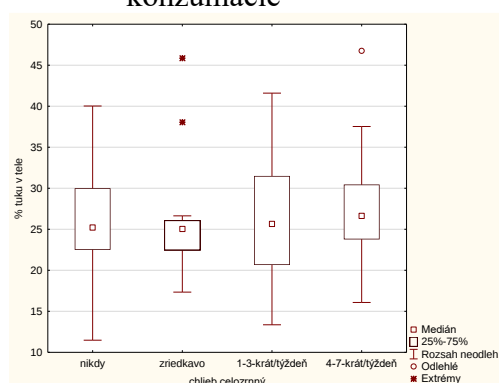


Waist to hip ratio alebo WHR index je pomer obvodu pásu a obvodu bokov. Tento index je ďalším z radu indexov, ktoré majú pomáhať indikovať prípadnú možnosť vzniku zdravotných problémov vo vzťahu k hmotnosti a rozloženiu tuku v tele. Je vhodným doplnením indexu telesnej hmotnosti, pretože WHR odráža mieru distribúcie tuku v abdominálnej oblasti. WHO určila hodnoty WHR, ktoré sú rozdielne pre mužov aj pre ženy. Hodnoty vyššie ako 0,9 u mužov a vyššie ako 0,85 u žien sú známkou zdravotného rizika spojeného s tukovou distribúciou (Misař, 2017). U probandov, ktorí konzumujú alebo nekonzumujú celozrnný chlieb, sme zistili štatisticky významný rozdiel ($P < 0,05$). Maximálna hodnota bola zaznamenaná pri zriedkavej konzumácii, hodnota bola 0,91 a minimálna bola zaznamenaná u tých participantov, ktorí tento druh pečiva nekonzumujú vôbec, hodnota bola 0,85 (tab. 2, obr. 3). Hodnota 0,91 je riziková už aj pre mužov.

Obr. 3 WHR vs frekvencia konzumácie



Primerané množstvo tuku je pre ľudský organizmus potrebné a žiaduce. Tuky sú najbohatším zdrojom energie, sú súčasťou buniek v bunkových membránach či nervových tkanivách. Prispievajú k ochrane niektorých vnútorných orgánov a vytvárajú podkožný tuk, ktorý plní tiež funkciu tepelnej izolácie. Tuky sú dôležité pre absorpciu vitamínov rozpustných v tukoch (A, D, E, K) a sú súčasťou hormónov (Kopčeková a Gažarová, 2016). U konzumentov celozrnného chleba, ktorí ho zaraďujú do jedálneho lístka 4-7x za týždeň, sme zistili najvyššie priemerné hodnoty tuku (19,95 kg). Najnižšie boli u tých, ktorí nám uviedli, že ho nekonzumujú vôbec (16,08 kg; tab. 2 a obr. 4). Pri prepočte podielu množstva tuku na celkovej telesnej hmotnosti sme však zistili rozdiely. U tých probandov, ktorí v dotazníku uviedli, že chlieb celozrnný konzumujú len zriedkavo, sme zistili najnižšiu priemernú hodnotu %-neho podielu tuku v tele (25,98 %; tab. 2 a obr. 5), aj napriek tomu, že títo probandi mali druhú najvyššiu hodnotu množstva tuku v tele. A naopak, maximálna hodnota %-neho podielu tuku bola u tých, ktorí ho konzumujú 4-7x za týždeň (27,26 %), čo sa zhodovalo aj s množstvom tuku v tele. Kristensen et al. (2012) vykonali 12 týždňové štúdiu, v ktorej bolo hlavným cieľom zistiť, či sa percentuálny podiel telesného tuku znižuje pri konzumácii celozrnného pečiva alebo pečiva vyrobeného z rafinovanej bielej múky. Zistilo sa, že percento telesného tuku sa zvýšilo viac v skupine, ktorá konzumovala biele pečivo. Podobne aj Katcher et al. (2008) zistili nárast abdominálnej obezity u ľudí, ktorí denne konzumovali rafinované biele pekárské výrobky.

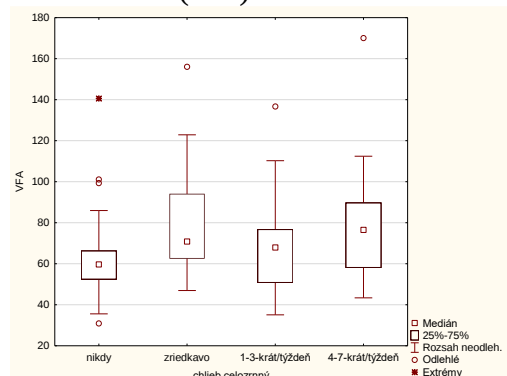
Obr. 4 Telesný tuk (kg) vs frekvencia konzumácie**Obr. 5** %-ny podiel tuku vs frekvencia konzumácie

Viscerálny alebo tiež vnútorný brušný tuk je tuk nachádzajúci sa v brušnej dutine. Tento tuk obaľuje vnútorné orgány a jeho hlavnou funkciou je tieto orgány chrániť. Problém nastáva, ak je jeho plocha rozsiahla. Ak viscerálny tuk presiahne hranicu 100 cm², začína sa tuk sústrediť aj vo vnútorných častiach a ukladá sa v orgánoch. Kumulácia tuku v útrobnnej oblasti je závislá od pohlavia. U mužov pozorujeme väčšinou androidný typ obezity na rozdiel od žien, kde je najčastejší typ gynoidný (Gažarová et al., 2018b). Probandi, ktorí nám v dotazníku uviedli, že nikdy nekonzumujú celozrnný chlieb, mali zistenú najnižšiu priemernú hodnotu viscerálneho tuku (64,2 cm²; tab. 2, obr. 6) oproti tým, ktorí ho konzumujú zriedkavo, pretože tí mali najvyššiu priemernú hodnotu (81,36 cm²). McKeown et al. (2010) skúmali vplyv konzumácie celozrnného a rafinovaného pečiva na množstvo podkožného a viscerálneho tuku. Výsledky štúdie ukázali, že v skupine dospelých v strednom veku bolo množstvo viscerálneho tuku o 10,1 % nižšie u jednotlivcov, ktorí konzumovali približne 3 porcie celozrnného pečiva denne, v porovnaní s tými, ktorí celozrnné pečivo nekonzumovali, ale konzumovali iba rafinované biele pečivo. U ľudí, ktorí konzumovali celozrnné pečivo a viac ako štyri porcie rafinovaného sa znížilo množstvo viscerálneho tuku, čo naznačuje, že rafinované pečivo môže kompenzovať akékoľvek potenciálne výhody celozrnného pečiva na abdominálnu obezitu. Aj keď sú podkožný a viscerálny tuk metabolicky aktívne, viscerálny tuk môže byť patogénnym depotným tukom. Väčšie množstvo viscerálneho tuku môže byť zodpovedné za mnoho aspektov metabolického syndrómu, vrátane glukózovej intolerancie, hypertenzie, dyslipidémie a inzulínovej rezistencie. Vyšší príjem rafinovaných obilnín môže viesť k nadmernej sekrécii inzulínu a táto zvýšená produkcia vedie k hyperinzulinémii a nárastu hmotnosti. Vlastnosti rafinovaných zŕn (t.j. vysoký glykemický index a nízky obsah vlákniny) môžu zmeniť fyziológiu tukového tkaniva, ovplyvniť rozdelenie energie a zvýšiť chuť do jedla.

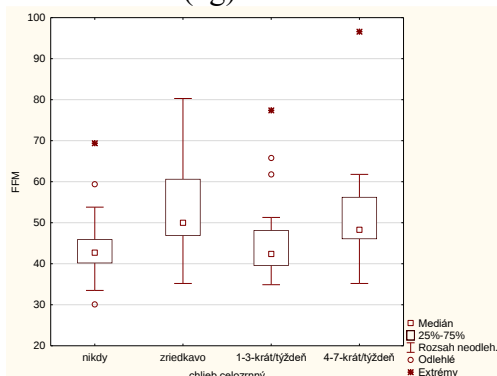
V nadväznosti na zistené hodnoty predchádzajúcich parametrov sme zisťovali aj množstvo beztukovej hmoty, tzv. fat free mass (FFM). Tento parameter je vyjadrený v kilogramoch a zodpovedá hmotnosti všetkých netukových častí tela (svalová hmota, voda a minerálne). Po zhodnotení všetkých predchádzajúcich parametrov môže práve tento parameter do istej miery vysvetliť ich zvýšené alebo znížené hodnoty a spresniť diagnostiku obezity. Vyššie hodnoty telesnej hmotnosti a BMI môžu byť spôsobené vyššími hodnotami práve beztukovej hmoty. Z tohto dôvodu je využitie BMI pri diagnostike nadhmotnosti a obezity značne limitované. Ľudia, ktorí majú problémy s hospodárením vody v tele, problémy s obličkami, u ktorých sa vyskytujú opuchy, ascites a pod., alebo ľudia s významnou mierou fyzickej aktivity, majú hodnoty FFM výrazne zvýšené, čo sa zákonite odráža aj na hodnotách iných parametrov. Vyššie hodnoty beztukovej hmoty môžu u respondentov poukazovať napr. na väčšie množstvo svalov, ktoré sa vyskytuje u športovcov a nemusí to priamo súvisieť s nadhmotnosťou alebo obezitou. Konzumenti celozrnného

chleba, ktorí ho zaradujú do jedálnička zriedkavo, mali namerané najvyššie priemerné hodnoty (54,11 kg; tab. 2, obr. 7). Najnižšie hodnoty FFM boli u tých, ktorí uviedli, že ho nekonzumujú vôbec (44,21 kg).

Obr. 6 VFA (cm²) vs frekvencia konzumácie



Obr. 7 FFM (kg) vs frekvencia konzumácie



Van de Vijver et al. (2009) vykonali v Holandsku kohortovú štúdiu s cieľom posúdenia súvislosti medzi príjmom celozrnných pekárskych výrobkov a vlákniny s indexom telesnej hmotnosti (BMI) a s rizikom nadhmotnosti ($BMI \geq 25 \text{ kg.m}^{-2}$) alebo obezity ($BMI \geq 30 \text{ kg.m}^{-2}$). Prierezové analýzy v údajoch zozbieraných na začiatku štúdie naznačili, že muži s relatívne vysokým príjmom celozrnných pekárskych výrobkov alebo vlákniny mali nižšie hodnoty BMI a nižšiu mieru nadhmotnosti a obezity. U žien sa pozorovala inverzná asociácia iba pre celozrnné výrobky a pozitívna asociácia pre tmavý chlieb (Livingstone a Black, 2003). Množstvo intervenčných štúdií skúmalo, či príjem vlákniny v strave pomáha pri chudnutí. Birketvedt et al. (2000) zistili, že pridanie vlákniny do nízkokalorickej stravy významne zlepšilo chudnutie, pričom placebo skupina stratila 5,8 kg a skupina s vlákninou stratila 8,0 kg z pôvodnej hmotnosti. Keď ženy po menopauze dodržiavali diétu s vysokým obsahom vlákniny, strava s vysokým podielom vlákniny bola spojená s výrazným chudnutím (Mueller-Cunningham, Quintana a Kasim-Karakas, 2003). V štúdiu Liu et al. (2003) skúmali vzťah medzi zmenami príjmu vlákniny a obilných výrobkov a zmenami hmotnosti a vývojom obezity u žien stredného veku. Autori štúdie zistili, že ženy, ktoré konzumovali viac celozrnných pekárskych výrobkov, vážili podstatne menej ako tie, ktoré konzumovali menej celozrnných výrobkov. Ženy, ktoré počas 12 rokov sledovania zvýšili príjem vlákniny, si udržali výrazne nižšiu hmotnosť ako tie, ktoré príjem vlákniny nezvýšili nezávisle od telesnej hmotnosti na začiatku. Najvyšší príjem vlákniny spôsobil u žien o 9 % nižšie riziko väčšieho prírastku hmotnosti oproti ženám, ktoré prijímali najnižšie množstvá vlákniny. Podobne Pauline a Rimm (2003) zistili, že ľudia, ktorí konzumujú viac celozrnných pekárskych výrobkov, vážili podstatne menej ako tí, ktorí konzumovali menej celozrnných výrobkov. Zvýšenie spotreby celozrnných obilnín počas 8-ročného sledovacieho obdobia nepriamo súviselo s prírastkom hmotnosti.

Záver

Na základe našich výsledkov môžeme konštatovať, že najvyššie, prípadne druhé najvyššie hodnoty všetkých sledovaných parametrov mali konzumenti celozrnného chleba 4-7-krát za týždeň. Naopak, najnižšie hodnoty sme zistili u ľudí, ktorí tento druh pekárskeho výrobku nekonzumujú vôbec. Naše výsledky sú však limitované malou vyšetřovanou skupinou probandov. Aj na základe predchádzajúcich štúdií môžeme predpokladať, že konzumenti celozrnného chleba s najvyššou frekvenciou konzumácie mali najvyššie hodnoty predovšetkým kvôli obľube tohto pekárskeho výrobku. Je všeobecne známe, že okrem nedostatku fyzickej aktivity (výdaj energie) sa predpokladá, že príčinou nadhmotnosti

a obezity sú stravovacie návyky (príjem energie). Jednou zo stratégií na zlepšenie výživy je zvýšenie spotreby celozrnných obilnín, predovšetkým z dôvodu ich účinku na pocit sýtosti. Pravdou však je, že významnú úlohu pri zvyšovaní rizika obezity zohráva aj skonsumované množstvo pekárskych výrobkov a čas, kedy boli tieto pekárske výrobky konzumované. Preto je predpoklad, že probandi v našej štúdii konzumujúci celozrnné pečivo najčastejšie, patria práve k tej časti populácie, ktorá má chlieb v obľube, avšak z dôvodu osvetových informácií o zdravšej celozrnnnej verzii, uprednostňujú pre konzumáciu práve tento druh chleba, avšak bez dodržania striedmosti a vyváženosti. Najnižšie hodnoty sme zistili u nekonzumentov celozrnného chleba, čo môžeme odôvodniť tým, že túto skupinu probandov tvorili prevažne ľudia, ktorí sa vyhýbajú konzumácii chleba a pečiva, rafinovaného či celozrnného, zo zdravotných dôvodov. Najčastejšie ide o ľudí s celiakiou, alergiou na lepok alebo pšeničnú bielkovinu, laktózovou intoleranciou, alebo inými črevnými chorobami. Z výsledkov vyplýva, že najoptimálnejšie hodnoty boli dosiahnuté pri frekvencii konzumácie celozrnného chleba 1-3-krát týždenne, čo je z hľadiska pestrosti a striedmosti vo výžive aj žiaduce. Netreba však zabúdať na veľkosť porcie a dobu konzumácie.

Literatúra

1. AFSHIN, A. - SUR, P.J. - FAY, K.A. et al.: Health effects of dietary risks in 195 countries, 1990-2017: A systematic analysis for the global burden of disease study 2017. In: The Lancet, vol. 393, no. 10184, pp. 1958-1972. doi:[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(19\)30041-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(19)30041-8)
2. BARIČÁK, V.: Pekári sú v kritickom stave, problémom je aj dovoz výrobkov. 2017. Dostupné na: <<https://www.teraz.sk/ekonomika/baricakpekari-su-v-kritickom-stave/263433-clanok.html>>.
3. BARRETT, E. - FOSTER, S.I. - BECK, E.J.: Whole grain and high-fibre grain foods: How do knowledge, perceptions and attitudes affect food choice? In: Appetite, vol. 149, 2020, pp. 104630. doi: 10.1016/j.appet.2020.104630
4. BAZZANO, L.A. - SONG, Y. - BUBES, V. et al.: Dietary Intake of Whole and Refined Grain Breakfast Cereals and Weight Gain in Men. In: Obesity research, vol. 13, 2005, no. 11, pp. 1952-1960. doi: 10.1038/oby.2005.240.
5. BIRKETVEDT, G. - AASETH, J. - FLORHOLMEN, J.R. et al.: Long-term effect of fibre supplement and reduced energy intake on body weight and blood lipids in overweight subjects. In: Acta Medica, vol. 43, 2000, no. 4, pp. 129-132.
6. FUENTE-ARRILLAGA, C. - MARTINEZ-GONZALES, M.A. - ZAZPE, I. et al.: Glycemic load, glycemic index, bread and incidence of overweight/obesity in a Mediterranean cohort: the SUN project. In: BMC Public Health, vol. 14, 2014, pp. 1091. doi: 10.1186/1471-2458-14-1091
7. GAŽAROVÁ, M. - GALŠNEIDEROVÁ, M. - MEČIAROVÁ, L.: Obesity diagnosis and mortality risk based on a body shape index (ABSI) and other indices and anthropometric parameters in university students. In: Roczniki państwowego zakładu higieny, vol. 70, 2019, no. 3, pp. 267-275. doi: 10.32394/rpzh.2019.0077
8. GAŽAROVÁ, M. et al.: Consumption of different types of bakery products and its effect on visceral fat area in healthy population. In: Rocz Panstw Zakl Hig, vol. 69, 2018a, no. 4, pp. 353-362. doi: 10.32394/rpzh.2018.0040.
9. GAŽAROVÁ, M. et al.: Zhodnotenie konzumácie pekárskych výrobkov vo vzťahu k telesnému zloženiu. In: Výživa-človek-zdravie 2018. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2018b, s. 39-50. ISBN 978-80-552-1902-8.
10. HAINER, V. - KABRNOVÁ, K.: Obezita je viac ako problém vzhľadu. 2016. Dostupné na:

- <http://www.ruvzca.sk/vkz_soubory/Programy%20a%20projekty/obezita/Stahuj/problem_vzhladu.pdf>.
11. KATCHER, H. – LEGRO, R.S. – KUNSELMAN, A.R. et al.: The effects of a whole grain–enriched hypocaloric diet on cardiovascular disease risk factors in men and women with metabolic syndrome. In: *The American Journal of Clinical Nutrition*, vol. 87, 2008, no. 1, pp. 79-90. doi: 10.1093/ajcn/87.1.79.
 12. KOLESÁROVÁ, A. et al.: Spotreba bezpečných výrobkov na Slovensku. In: *Výživa-človek-zdravie 2018*. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2018, s. 98-104. ISBN 978-80-552-1902-8.
 13. KOPČEKOVÁ, J. - GAŽAROVÁ, M.: *Náuka o potravinách*. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita. 2016, 181 s. ISBN 978-80-552-1513-6
 14. KRISTENSEN, M. - TOUBRO, S. - JENSEN, M.G. et al.: Whole Grain Compared with Refined Wheat Decreases the Percentage of Body Fat Following a 12-Week, Energy-Restricted Dietary Intervention in Postmenopausal Women. In: *The Journal Of Nutrition*, vol. 142, 2012, no. 4, pp. 710-716. <https://doi.org/10.3945/jn.111.142315>
 15. LIU, S. - WILLETT, W. - MANSON, J.E. et al.: Relation between changes in intakes of dietary fiber and grain products and changes in weight and development of obesity among middle-aged women. In: *The American Journal of Clinical Nutrition*, vol. 78, 2003, no. 5, pp. 920-927. doi: 10.1093/ajcn/78.5.920
 16. LIVINGSTONE, M.B. - BLACK, A.E.: Markers of the Validity of Reported Energy Intake. In: *The Journal of Nutrition*, vol. 133, 2003, no. 3, pp. 895S-920S. doi: 10.1093/jn/133.3.895S
 17. LORIA-KOHEN, V. - GÓMEZ-CANDELA, C. - FERNÁNDEZ-FERNÁNDEZ, C. et al.: Evaluation of the usefulness of a low-calorie diet with or without bread in the treatment of overweight/obesity. In: *Clinical Nutrition*, vol. 31, 2012, no. 4, pp. 455-461. doi: 10.1016/j.clnu.2011.12.002
 18. McKEOWN, N. - TROY, L.M. - JACQUES, P.F. et al.: Whole- and refined-grain intakes are differentially associated with abdominal visceral and subcutaneous adiposity in healthy adults: the Framingham Heart Study. In: *The American Journal of Clinical Nutrition*, vol. 92, 2010, no. 5, pp. 1165-1171. doi: 10.3945/ajcn.2009.29106
 19. MÍSAŘ, M.: Waist to Hip Ratio (WHR): Co nám řekne poměr boků a pasu. 2017. Dostupné na: <<https://kulturistika.ronnie.cz/c-26591-waist-to-hip-ratio-whr-co-nam-rekne-pomer-boku-a-pasu.html>>.
 20. MUELLER-CUNNINGHAM, W.M. - QUINTANA, R. - KASIM-KARAKAS, S.E.: An ad libitum, very low-fat diet results in weight loss and changes in nutrient intakes in postmenopausal women. In: *Journal of the American Dietetic Association*, vol. 103, 2003, no. 12, pp. 1600-1606. doi: 10.1016/j.jada.2003.09.017
 21. NAVROTSKYI, S. - GUO, G. - BAENZIGER, P.S. et al.: Impact of wheat bran physical properties and chemical composition on whole grain flour mixing and baking properties. In: *Journal of Cereal Science*, vol. 89, 2019, no. 102790. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2019.102790>
 22. PAULINE, K. - RIMM, E.: Whole grain consumption and weight gain: A review of the epidemiological evidence, potential mechanisms and opportunities for future research. In: *Proceedings of the Nutrition Society*, vol. 62, 2003, no. 1, pp. 25-29. doi:10.1079/PNS2002232
 23. REYNOLDS, A. - MANN, J. - CUMMINGS, J. et al.: Carbohydrate quality and human health: A series of systematic reviews and meta-analyses. In: *The Lancet*, vol. 393, 2019, no. 10170, pp. 434-445. doi:[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)31809-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)31809-9)

24. ROMAGUERA, D. - ÄNGQUIST, L. - DU, H. et al.: Food composition of the diet in relation to changes in waist circumference adjusted for body mass index. In: PLoS One, vol. 6, 2011, no. 8, e23384. doi: 10.1371/journal.pone.0023384
25. SLAVIN, J.L. - MARTINI, M.C. - JACOBS, D.R. et al.: Plausible mechanisms for the protectiveness of whole grains. In: The American Journal of Clinical Nutrition, vol. 70, 1999, no. 3, pp. 459-463. doi: 10.1093/ajcn/70.3.459s.
26. TASR. 2019. Spotreba chleba je najnižšia v histórii a bude ešte nižšia. 2019. Dostupné na: <<https://ekonomika.sme.sk/c/22275411/spotreba-chleba-je-najnizsia-v-historii-a-bude-este-nizsia.html>>.
27. van de VIJVER, L.P.L. - van den BOSCH, L.M.C. - van den BRANDT – P.A. et al.: Whole-grain consumption, dietary fibre intake and body mass index in the Netherlands cohort study. In: European Journal of Clinical Nutrition, vol. 63, 2009, no. 1, pp. 31-38. doi: 10.1038/sj.ejcn.1602895
28. WILLIAMS, P.G. - GRAFENAUER, P.G. - O'SHEA, J.E.: Cereal grains, legumes, and weight management: a comprehensive review of the scientific evidence. In: Nutr Rev., vol. 66, 2008, pp. 171-182. doi: 10.1111/j.1753-4887.2008.00022.x

Pod'akovanie

Táto publikácia vznikla s podporou projektu „Identifikácia kritických antropometrických parametrov vo vzťahu k obezite a rizikovým zložkám potravinového reťazca“ Grantovej agentúry FAPZ SPU v Nitre (05-GA FAPZ SPU-19), projektu „Implementácia moderného inovatívneho konceptu nutričnej aplikácie do vyučovacieho procesu študentov a následné využitie poznatkov v praxi“ (KEGA 004SPU-4/2019) a projektu „Podpora inovácie technológií špeciálnych výrobkov a biopotravín pre zdravú výživu ľudí“, na základe podpory operačného programu Výskum a vývoj financovaného z Európskeho fondu regionálneho rozvoja (ITEBIO – ITMS 26220220115).

Kontaktná adresa

Ing. Martina Gažarová, PhD., Katedra výživy ľudí FAPZ SPU v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 01 Nitra; martina.gazarova@uniag.sk. Ing. Eleonóra Krivosudská, PhD., Katedra fyziológie rastlín FAPZ SPU v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 01 Nitra; eleonora.krivosudska@uniag.sk

**ABUNDANCIA A DENZITA RASTLINY *THYMUS PULEGIOIDES* L.
V KVETNATOM PSICOVOM PORASTE NA SILIKÁTOVOM
SUBSTRÁTE**

**ABUNDANCE AND DENSITY OF THE *THYMUS PULEGIOIDES* L.
IN SPECIES-RICH NARDUS GRASSLAND ON A SILICEOUS
SUBSTRATES**

Miroslav HABÁN^{1,2} – Dominika ZVERCOVÁ¹ – Marta HABÁNOVÁ³ – Erika MRNÍKOVÁ²

¹SPU Nitra, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, Katedra udržateľného poľnohospodárstva a herbológie.

²UK Bratislava, Farmaceutická fakulta, Katedra farmakognózie a botaniky.

³SPU Nitra, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, Katedra výživy ľudí.

Abstract

The importance of the plant species in the community of plants can be expressed in the several means. This work was focused on monitoring the abundance and dominance of individuals of the medicinal plant the broad-leaved thyme (*Thymus pulegioides* L.) in the family Lamiaceae. The observation took place during the vegetation period in the years 2018 and 2019, in two localities in the village of Lysá pod Makytou. Twenty-nine species of the plant were observed in the experimental places. Our results showed that the family Poaceae prevailed in the delimited places of observation in the plant communities. The genus *Thymus* belongs to the family Lamiaceae. Both families Lamiaceae and Rosaceae were in the second place in the abundance of species. *Thymus pulegioides* L. represented a cover of 17,27 % in the year 2018, so very abundant to dominant specie for the area 1 and dominant specie for the area 2 with a cover of 43,47 %. During the vegetation period in the year 2019, it occurred in the area 1 only as an abundant species (13,01 %). In the area 2 it occupied almost half of the delimited places (46,15 %). This indicated the dominance of the species in the area. A lower abundance of the plant species in the area 2 comparison to the area 1 was observed in both places. In the summary, the place of Lysá pod Makytou is rich in the medicinal plants, among which was researched *Thymus pulegioides* L. too.

Keywords: Plant community, abundance, dominance, broad-leaved thyme

Súhrn

Významnosť druhov v spoločenstve rastlín je možné vyjadriť niekoľkými spôsobmi. Práca je zameraná na sledovanie abundance a dominance jedincov liečivej rastliny dúšky vajcovitej (*Thymus pulegioides* L.) patriacej do čeľade Lamiaceae. Pozorovanie prebiehalo počas vegetačného obdobia v roku 2018 a 2019, na dvoch lokalitách v obci Lysá pod Makytou. V skúmaných oblastiach bolo pozorovaných 29 druhov rastlín. Z výsledkov vyplýva, že vo vymedzených miestach pozorovania v rastlinných spoločenstvách prevládala čeľaď Poaceae. Čeľaď Lamiaceae, do ktorej patrí rod *Thymus*, bol spolu s Rosaceae na druhom mieste početnosti druhov. Dúška vajcovitá v roku 2018 predstavovala pokryvnosť 17,27 % teda veľmi hojný až dominantný druh pre oblasť 1 a dominantný pre oblasť 2 s 43,47 % pokryvnosťou. Počas vegetácie v roku 2019 sa v oblasti 1 vyskytovala len ako hojný druh (13,01 %). V oblasti 2 zaberala takmer polovicu vymedzenej plochy (46,15 %), čím sa potvrdila dominantnosť druhu v danej oblasti. Nižšia početnosť rastlinných druhov v oblasti 2 v porovnaní s oblasťou 1, bola pozorovaná v oboch sledovaných obdobiach. Súhrne možno povedať, že oblasť Lysá pod Makytou je bohatá na výskyt liečivých rastlín, medzi ktorými sa vyskytla skúmaná dúška vajcovitá.

Kľúčové slová: Rastlinné spoločenstvo, početnosť, pokryvnosť, dúška vajcovitá

Úvod

Druhovú bohatosť nemôže dostatočne vyjadriť význam jednotlivých druhov v štruktúre a funkcii v spoločenstve. Iný význam má druh, ktorý je zastúpený v spoločenstve jedným jedincom, iný má druh, ktorého populácia má niekoľko desiatok jedincov. Význam jednotlivých populácií v spoločenstve je možné vyjadriť: 1. Zistením počtu jedincov na vymedzenej ploche, t.j. určením ich početnosti alebo hustoty. Početnosť (abundancia) predstavuje v absolútnom vyjadrení počet jedincov populácie. Hustota (denzita) populácie vyjadruje počet jedincov na jednotku plochy; 2. Stanovením vzájomného rozmiestnenia jedincov populácie voči sebe a v rámci spoločenstva, t.j. určením disperzie, sociability a frekvencie; 3. Stanovením plochy alebo priestoru, ktorý populácia zaujíma, t.j. určením pokryvnosti, resp. dominancie (Vozár et al., 2014). Pri odhade pokryvnosti odhadujeme pomer pôdneho povrchu zakrytého súvislou projekciou študovanej populácie k celkovej sledovanej ploche spoločenstva. Zistené výsledky môžeme vyjadriť priamo v % plochy pokrytej populáciou k celej študovanej ploche spoločenstva. Pre odhad pokryvnosti jednotlivých druhov používame kombinovanú stupnicu abundancie (početnosti) a dominancie (pokryvnosti) – Braun-Blanquetovú stupnicu abundancie a dominancie (Križová a Nič, 2012).

Trávne porasty okrem produkčných prvkov zahŕňajú aj veľké množstvo nevýrobných prvkov, ako vytvorenie rezervy biologickej diverzity, kultúrne a rekreačné využitie, ale slúžia tiež na potenciálne zachytávanie uhlíka pre zníženie emisií skleníkových plynov (Boval a Dixon, 2012). Základom každej lúky sú travy, k nim sa pridávajú ďalšie byliny, ktoré nás upútajú najmä v čase kvitnutia (Košícký et al., 2019). Druhy rodu *Thymus* (Lamiaceae) sú trvalky, charakterizované väčšinou ako liečivé a aromatické rastliny (European Pharmacopoeia, 2008). Dúška vajcovitá je najrozšírenejším taxónom na území Slovenskej republiky, ktorá sa vyskytuje takmer vo všetkých fytogeografických okresoch (Bertová, 1995). Je rozšírená po celej Európe (Thompson et al., 1998). Vyskytuje sa na rôznych substrátoch so širokým rozsahom pH; s obsahom humusu, mobilného fosforu a draslíka (Ložien, 2007). Z botanického hľadiska je dúška vajcovitá základným druhom, ktorý sa delí na viacero poddruhov. Práca sa zaoberá a ďalej skúma *Thymus pulegioides* L. subsp. *chamaedrys* (Fries) Gusuleac, slovensky označovaný ako dúška vajcovitá obyčajná. Je to nízky trváci poloker, vyznačujúci sa ostro štvorhrannou byľou, ktorá je ochlpená iba po hranách (Martinovský et al., 1987).

Materiál a metódy

Predmetom výskumu bolo pozorovanie pokryvnosti a početnosti rodu *Thymus* L. počas vegetácie v rokoch 2018 a 2019, v oblasti Lysá pod Makytou (okres Púchov). V skúmanej lokalite boli nájdené dva druhy, voľne sa vyskytujúci *Thymus pulegioides* L. a vysadený *Thymus vulgaris* L. Floristický prieskum bol zameraný na zisťovanie dominancie voľne sa vyskytujúceho *Thymus pulegioides* L. Pozorovanie prebiehalo vo vymedzenej ploche 1 m², ktorá bola realizovaná na dvoch miestach. Oblasť 1 sa nachádzala na okraji lúky pri poľnej ceste a oblasť 2 sa nachádzala v strede lúky na slnečnej, juhovýchodnej strane. Výsledky pozorovania sú spracované podľa Braun-Blanquetovej stupnice.

Výsledky a diskusia

V roku 2018 oblasť 1 nachádzajúca sa na okraji lúky pri poľnej ceste obsahovala druhy: pamajorán obyčajný (*Origanum vulgare* L.), skorocel kopijovitý (*Plantago lanceolata* L.), repík lekársky (*Agrimonia eupatoria* L.) a bohaté zastúpenie vo vymedzenej ploche mali travy z čeľade lipnicovité (Poaceae). Veľmi hojne zastúpený bol pozorovaný druh *Thymus pulegioides* L., ktorý zaberal takmer 25 % meranej plochy. Spoločenstvo, ktoré rastliny vytvárali sa nazýva Nardetea strictae, ktoré vytvára kvetnaté vysokohorské a horské psicové

porasty na silikátovom substráte (Slovenská botanická spoločnosť). Je to prioritný biotop európskeho významu (Gavlánek et al., 2008). V oblasti 2 sa *Thymus pulegioides* L. rozprestieral na viac ako polovici vymedzenej plochy. Martinovský et al. (1987) uvádza, že dúska vajcovitú môžeme nájsť ako na tienistých severných svahoch, tak na slnečných stanovištiach. Najčastejšie však na suchých lúkach, polosuchých trávnikoch, hájoch, trávnatých stráňach, prípadne na okrajoch borovicových lesov. Aj Valíček (2012) pozoroval, že na Slovensku sa dúska vajcovitá vyskytuje najmä na kamenistých pastvinách a lúkach. Rovnako ako v prvej oblasti, aj tu tvorili rastliny spoločenstvo *Nardetea strictae* tvoriace kvetnaté vysokohorské a horské psicové porasty na silikátovom substráte. Okrem dominantnej dúske vajcovitej sa vyskytovali aj skorocel kopijovitý, čiernohlávk obyčajný a d'atelina lúčna. Najviac taxónov v tejto oblasti je však z čeľade Poaceae. Pre porovnanie, druhá zberová plocha bola vyhotovená na slnečnej strane lúky (oblasť 2), kde bolo pozorované menšie množstvo rastlinných druhov ako v oblasti 1. Skúmaná dúska vajcovitá bola výrazne dominantným druhom a zaberala 75% vymedzenej plochy.

Vo vegetačnom období 2019 bola dúska vajcovitá lokalizovaná rovnako na dvoch miestach (oblasť 1 a 2). Na vymedzenej ploche oblasť 1 rástli okrem *Thymus pulegioides* L. aj významné liečivé rastliny ako *Hypericum maculatum* L alebo *Origanum vulgare* L., ktoré boli pomerne roztrúsené. Len jedinou rastlinou bol zastúpený *Agrimonia eupatoria* L. Dominantným druhom v oblasti 2 bol *Thymus pulegioides* L. (52 %), naopak po jednom zástupcovi boli prítomné druhy: *Euphrasia rostkoviana* Hayne., *Prunella vulgaris* L. a *Rumex acetosa* L.. Opäť bol pozorovaný pokles rastlinných druhov v porovnaní s oblasťou 1 rovnako ako v období 2018. Na oboch vymedzených lokalitách bolo prieskumom identifikovaných 29 rastlinných taxónov z 11 čeľadí. V obidvoch oblastiach mal najvyššie % pokryvnosti *Thymus pulegioides* L. Ako môžeme vidieť v tabuľke 1, najnižšie percento pokryvnosti (13,01 %) dosahoval v roku 2019 v oblasti 1 a najvyššiu pokryvnosť (46,15 %) na vymedzenej oblasti 2 v rovnakom vegetačnom období.

Tab. 1 Prehľad početnosti a pokryvnosti *Thymus pulegioides* L. počas dvoch vegetačných období na dvoch lokalitách

Vegetačné obdobie	Oblasť	Početnosť	Pokryvnosť (%)	Označenie
2018	1	19	17,27	2B
	2	40	43,47	3
2019	1	16	13,01	2A
	2	36	46,15	3

Ako je vidieť v tabuľke 1 početnosť dúske vajcovitej z roku 2018 na rok 2019 klesla. Paulisová et al. (2019) pozorovali počas dvoch vegetačných období v rokoch 2017 a 2018 nárast podielu tráv zo 43,2 % (2017) na 87,0 % (2018), čo bolo spôsobené kosením a hnojením. Potvrďuje to tvrdenie, že rôznou intenzitou využívania a hnojenia trávnych porastov dochádza k rôznym zmenám v ich floristickom zložení.

V období najnižšej pokryvnosti dúske vajcovitej v roku 2019 sa v oblasti 1 spolu s pozorovaným druhom objavilo dvadsaťjeden ďalších rastlinných druhov, ktoré sú uvedené v tabuľke 2. Prvenstvo v početnosti a pokryvnosti si získal *Nardus stricta* L., patriaci do čeľade Poaceae.

V oblasti 2 na slnečnej časti lúky bolo okrem dúske vajcovitej pozorovaných ďalších 15 druhov rastlín. Ako je vidieť v tabuľke 3 najhojnejšie zastúpené čeľaďou Poaceae.

Tab. 2 Zastúpenie jednotlivých druhov rastlín v oblasti 1 vo vegetačnom období 2019

Vedecký názov rastliny	Čeľad'	Početnosť	Pokryvnosť %	Označenie
<i>Agrimonia eupatoria</i> L.	Rosaceae	2	1,62	+
<i>Agrostis capillaris</i> L.	Poaceae	6	4,88	1
<i>Alchemilla monticola</i> Opiz	Rosaceae	4	3,25	1
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.	Poaceae	12	9,75	2A
<i>Brachypodium pinnatum</i> L.	Poaceae	13	10,57	2A
<i>Danthonia decumbens</i> L.	Poaceae	9	7,31	2A
<i>Euphorbia cyparissias</i> L.	Euphorbiaceae	1	0,81	R
<i>Festuca rubra</i> L.	Poaceae	8	6,50	2A
<i>Hypericum maculatum</i> L.	Hypericaceae	2	1,62	+
<i>Jaceae pratensis</i> agg.	Asteraceae	1	0,81	R
<i>Leontodon hispidus</i> L.	Asteraceae	1	0,81	R
<i>Lotus corniculatus</i> L.	Fabaceae	2	1,62	+
<i>Nardus stricta</i> L.	Poaceae	21	21,12	2B
<i>Origanum vulgare</i> L.	Rosaceae	6	4,88	1
<i>Pimpinella saxifraga</i> L.	Apiaceae	1	0,81	R
<i>Plantago lanceolata</i> L.	Plantaginaceae	6	4,88	1
<i>Potentilla reptans</i> L.	Rosaceae	2	1,62	+
<i>Prunella vulgaris</i> L.	Lamiaceae	2	1,62	+
<i>Rumex acetosa</i> L.	Polygonaceae	1	0,81	R
<i>Thymus pulegioides</i> L.	Lamiaceae	16	13,01	2A
<i>Trifolium arvense</i> L.	Fabaceae	5	4,06	1
<i>Trifolium pratense</i> L.	Fabaceae	2	1,62	+

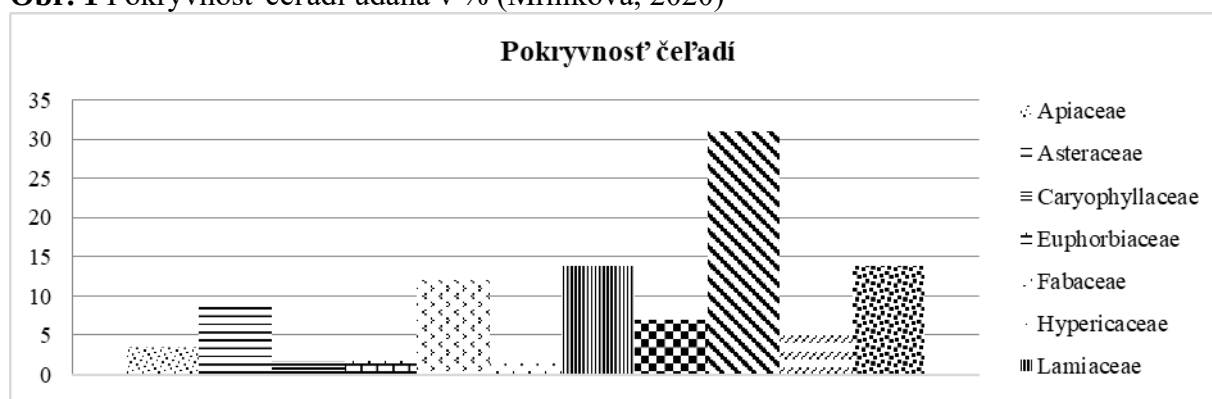
Tab. 3 Zastúpenie jednotlivých rastlinných druhov v oblasti 2 vo vegetačnom období 2019

Vedecký názov rastliny	Čeľad'	Početnosť	Pokryvnosť %	Označenie
<i>Agrostis capillaris</i> L.	Poaceae	5	6,41	2A
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.	Poaceae	7	8,97	2A
<i>Brachypodium pinnatum</i> L.	Poaceae	2	2,56	+
<i>Danthonia decumbens</i> L.	Poaceae	1	1,28	R
<i>Euphrasia rostkoviana</i> Hayne	Scrophulariaceae	1	1,28	R
<i>Festuca rubra</i> L.	Poaceae	4	5,13	2A
<i>Leontodon hispidus</i> L.	Asteraceae	1	1,28	R
<i>Lotus corniculatus</i> L.	Fabaceae	1	1,28	R
<i>Nardus stricta</i> L.	Poaceae	3	3,85	1
<i>Plantago lanceolata</i> L.	Plantaginaceae	3	3,85	1
<i>Plantago major</i> L.	Plantaginaceae	5	6,41	2A
<i>Potentilla erecta</i> (L.) Rauschel	Rosaceae	2	2,56	+
<i>Prunella vulgaris</i> L.	Lamiaceae	3	3,85	1
<i>Taraxacum officinale</i> L.	Asteraceae	2	2,56	+

<i>Thymus pulegioides</i> L.	Lamiaceae	36	46,15	3
<i>Trifolium arvense</i> L.	Fabaceae	2	2,56	+

Pre porovnanie, pri skúmaní kvetnatých vysokohorských a horských psicových porastoch na silikátovom substráte na lúke v roku 2015 v obci Závadka (okres Gelnica), kde prebiehal monitoring dúšky vajcovitej, bola zistená 5 – 12,5 % pokryvnosť pozorovanej plochy (Štátna ochrana prírody SR, 2015).

Obr. 1 Pokryvnosť čeľadí udaná v % (Mrníková, 2020)



Na obr. 1 sú graficky znázornené pokryvnosti jednotlivých čeľadí. Najrozšírenejšie boli druhy z čeľade Poaceae s hodnotou 31,03 %, ktorú tvorili najmä trávy. Druhými najpočetnejšími boli čeľade Lamiaceae a Rosaceae, ktoré zhodne dosiahli 13,79 % pokryvnosť. Nasledovali čeľade Fabaceae (12,07 %), Asteraceae (8,62 %), Plantaginaceae (6,89 %), Polygonaceae (5,17 %), Apiaceae (3,45 %). Najnižšie % pokryvnosti mali čeľade Caryophyllaceae, Euphorbiaceae a Hypericaceae, ktoré dosiahli len 1,72 %. Ako uvádza Gavlásek et al. (2008), psicové porasty predstavujú nízkestebelné trávnaté spoločenstvá, ktoré sa vyskytujú na chudobnejších, nehojených, čerstvo vlhkých až presychavých pôdach. V porastoch dominujú nižšie trávy ako *Nardus stricta*, *Avenella flexuosa*, *Festuca rubra* alebo *Agrostis capillaris*. Bohato sú však zastúpené aj viaceré druhy bylín, ktoré dodávajú porastom v aspekte kvetnatý charakter. Charakteristický je aj výskyt kríčkovitých drevnatejúcich bylín ako *Thymus pulegioides* alebo *Genista pilosa*.

Záver

Oblasť Lysej pod Makytou je bohatá na výskyt liečivých rastlín, pričom v skúmaných oblastiach 1 a 2 bolo spolu určených 29 druhov rastlín, ktoré sa zaraďujú do 11 čeľadí. Najviac dominantné boli trávy z čeľade Poaceae, tvorili 31,03 % pokryvnosti skúmanej plochy. Čeľaď Rosaceae spolu s Lamiaceae, do ktorej patrí aj rod *Thymus*., boli druhými najrozšírenejšími čeľaďami, pričom % pokryvnosti predstavovalo hodnotu 13,79 %.

V lokalizovanej oblasti 1 v roku 2018 predstavovala pokryvnosť *Thymus pulegioides* L. 17,27 %, slovné je označovaný ako veľmi hojný až dominantný druh. V oblasti 2 toho roku bola kvitnúca vňat' dúšky vajcovitej dominantná, s pokryvnosťou 43,47 %. V oblasti 1 vo vegetačnom období 2019 bola pokryvnosť *Thymus pulegioides* L. nižšia, vyskytoval sa len ako hojný druh s 13,01 % zastúpenia. V oblasti 2 roku 2019 zaberala kvitnúca dúška vajcovitá 46,15 % z vymedzenej plochy, čo značí, že bola v skúmanej oblasti dominantným druhom.

Literatúra

1. BERTOŤOVÁ, L. 1995. Flóra Slovenska V/1 zväzok. Bratislava : VEDA vydavateľstvo Slovenskej akadémie vied. ISBN 80-224-422-5.

2. BOVAL, M. – DIXON, R. 2012. The importance of grasslands for animal production and other functions: A review on management and methodological progress in the tropics. In *Animal* [online], vol. 6, no. 5, pp. 748–762. doi:<https://doi.org/10.1017/S1751731112000304>
3. EUROPEAN PHARMACOPOEIA. 2008. *Directorate for the quality of medicines and healthcare of the Council of Europe* (EDQM), sixth ed., vol. 2, Strasbourg, France.
4. GAVLÁSEK, D. – UJHÁZY, K. – JANÁK, M. 2008 Manažmentový model pre podhorské a horské psicové porasty In *Management of Natura 2000 habitats*. [online]. Dotupné na: <http://www.daphne.sk/sites/daphne.sk>
5. KOŠICKÝ, D. – ŠPILÁROVÁ, I. – RÁKAYOVÁ, R. – ZVARA, I. – PAUK, J. – MARETTA, M. – IVANIČ, B. – PONDELIK, R. – CHOVAN, J. – PACZELT, F. – SLOVÍK, R. – ŽIAČIK, M. – RENČO, T. 2019. *Regionálny územný systém ekologickej stability okresu Bytča*. [online]. Banská Štiavnica : ESPRIT, s. r. o. 215 s. Dostupné na: <https://www.minzp.sk/files/okresy/ruses-bytca.pdf>
6. KRIŽOVÁ, E. – NIČ, J. 2012. *Fytocenológia a lesnícka typológia*. Zvolen : TU, 92 s. ISBN 978-80-228-2344-9. Dostupné na: <https://kf.tuzvo.sk/sites/default/files/krizova-2012navody.pdf>
7. LOŽIENE, K. 2007. Radical scavenging and antibacterial properties of the extracts from different *Thymus pulegioides* L. chemotypes. In *Food Chemistry* [online], vol.103, pp.546 – 559. ISSN 0308-8146. Dostupné na internete: http://apps.webofknowledge.com/full_record.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&qid=20&SID=C1AkzxZmC3cZ69ymDrM&page=1&doc=1
8. MARTINOVSKÝ, J. et al. 1987. *Kľúč na určovanie rastlín*. Bratislava: Slovenské pedagogické nakladateľstvo, 712 s. ISBN 067-513-87.
9. MRNIKOVA, E. 2020. *Botanický prieskum rastlín rodu Thymus v obci Lysá pod Makytou a kvantitatívno – kvalitatívna analýza obsahových látok* : diplomová práca. Bratislava : Univerzita Komenského v Bratislave. 85 s.
10. PAULISOVÁ, M. – VOZÁR, Ľ. – KOVÁR, P. – HRIC, P. – VEREŠOVÁ, P. 2019. Changes in floristic composition of grassland affected by the different exploitation intensity In *Acta fytotechn zootechn* [online], vol. 22, pp. 101 – 109. ISSN 1336-9245. Dostupné na internete: <https://doi.org/10.15414/afz.2019.22.03.101-109>
11. SLOVENSKÁ BOTANICKÁ SPOLOČNOSŤ. 2020. Atlas biotopov Slovenska. [online]. Dotupné na: <http://sbs.sav.sk/atlas/>.
12. ŠTÁTNA OCHRANA PRÍRODY SR. 2015. Komplexný informačný a monitorovací systém. [online databáza]. Dostupné na: www.biomonitoring.sk
13. THOMPSON, J. D. - MANICACCI, D. - TARAYRE, M. 1998. Thirty-five years of thyme: a tale of two polymorphisms. Why so many females? Why so many chemotypes? In *Bioscience* [online], vol. 48, pp. 805 – 815. ISSN 0006-3568. Dostupné na: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-0031656699&origin=inward&txGid=c1f305b65cc9dc930d439d0f98ef1f86>.
14. VALÍČEK, J. 2012. *Dúška vajcovitá - Thymus pulegioides L.* [online]. 2012. Dostupné na: <https://www.nahuby.sk/atlas-rastlin/Thymus-pulegioides/duska-vajcovita>.
15. VOZÁR, Ľ. – JANČOVIČ, J. – KOVÁR, P. – SKLÁDANKA, J. 2014. Využitie bioindikačných numerických hodnôt v obhospodarovaní trávnych porastov. Brno : Mendelova univerzita v Brně. 54 s. ISBN 978-80-7509-131-4.

Kontaktná adresa

doc. Ing. Miroslav Habán, PhD., Farmaceutická fakulta UK v Bratislave, Odbojárov 10, 832 32 Bratislava, haban@fpharm.uniba.sk a FAPZ SPU v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, miroslav.haban@uniag.sk. Ing. Dominika Zvercová, FAPZ SPU v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, xzvercova@is.uniag.sk. doc. Ing. Marta Habánová, PhD., FAPZ SPU v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, marta.habanova@uniag.sk

ABUNDANCIA, DENZITA A KVALITA VYBRANÝCH DRUHOV RODU ŠALVIA

ABUNDANCE, DENSITY AND QUALITY OF SELECTED SPECIES OF THE GENUS SAGE

Miroslav HABÁN^{1,2} – Dominika ZVERCOVÁ¹ – Miroslav FEKIAC² – Ľubomír KOBIDA¹

¹SPU Nitra, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, Katedra udržateľného poľnohospodárstva a herbológie.

²UK Bratislava, Farmaceutická fakulta, Katedra farmakognózie a botaniky.

Abstract

Plant species *Salvia pratensis* (meadow sage), *Salvia glutinosa* (sticky sage) and *Salvia verticillata* (lilac sage) were observed and collected in 2018 and 2019 in the localities Turček 1, Turček 2 (district Turčianske Teplice) and Šášovské Podhradie (district Žiar nad Hronom). We examined their abundance, coverage and after harvesting and drying, we monitored the content of essential oil and rosemary acid in the vegetable drug. The above-mentioned ingredients determine the healing properties of individual species. Therefore, we were looking for the species with the highest content of active substances and taking into account the concentration of the content of substances, the aim was also to find the most suitable period of harvesting of medicinal plants. For the determination of essential oils and rosemary acid, methods from the European Pharmacopoeia Ph. Eur. 9.0 and the Slovak Pharmaceutical Codex 1. The dominance of plant families and species depended on the community that was located on the site, but also on its maintenance. The richest representation was at *Salvia verticillata* from 2019, the union of *Arrhenatherion elatioris*. More species have been recorded in the regularly mowed habitat. The most suitable harvesting period for *Salvia* plants is approximately the middle of their growing season. The highest content of essential oil showed *Salvia glutinosa* with a content of 0,8 % in 2019. The amount of rosemary acid was highest in the same sample, at 22 700 mg/kg. The highest values for each species were found from harvests taken at the time of their flowering.

Key words: genus *Salvia*, abundance, dominance, collection date, essential oil, rosemary acid

Súhrn

Pozorované a zbierané boli rastlinné druhy *Salvia pratensis* (šalvia lúčna), *Salvia glutinosa* (šalvia lepkavá) a *Salvia verticillata* (šalvia praslenatá) v rokoch 2018 a 2019 na lokalitách Turček 1, Turček 2 (okres Turčianske Teplice) a Šášovské Podhradie (okres Žiar nad Hronom). Skúmali sme početnosť druhu, pokryvnosť a po pozberaní a usušení bol vo vegetabilnej droge sledovaný obsah silice a kyseliny rozmarínovej. Uvedené obsahové látky determinujú liečivé vlastnosti jednotlivých druhov. Z tohto dôvodu bol predmetom výskumu druh s najvyšším obsahom účinných látok a s prihliadnutím na koncentráciu obsahových látok bolo cieľom tiež zistiť najvhodnejšie obdobie zberu vňate liečivých rastlín. Na stanovenie silíc a kyseliny rozmarínovej boli použité metódy z Európskeho liekopisu Ph. Eur. 9.0 a Slovenského farmaceutického kódexu 1. Dominancia rastlinných čeladi aj druhov závisela od spoločenstva, ktoré sa na lokalite nachádzalo, ale aj od jeho udržiavania. Najbohatšie zastúpenie bolo pri *Salvia verticillata* z roku 2019, v spoločenstve *Arrhenatherion elatioris*. V lúčnom poraste na suchom, slnečnom svahu v spoločenstve prechodnej vegetácie, bolo zaznamenaných viac druhov. Najvhodnejšie obdobie zberu vňate rastlín rodu *Salvia* je v rastovej fenofáze plného kvitnutia. Najvyšší obsah silice vykazovala *Salvia glutinosa* s obsahom 0,8 % v roku 2019, na okraji zmiešaného, smrekovo - bukového lesa, v spoločenstve *Epilobietea angustifolii*. Množstvo kyseliny rozmarínovej bolo najvyššie

v rovnakej vzorke, v obsahu 22 700 mg/kg.

Kľúčové slová: rod *Salvia*, početnosť, pokryvnosť, termín zberu, silica, kyselina rozmarínová

Úvod

Ako aromatické, liečivé a koreninové rastliny sú označované mnohé druhy rastlín, vrátane rodu *Salvia*, zaradené do čeľade *Lamiaceae* (Kintzios, 2000). Medzi hlavné obsahové látky tejto čeľade patria silice, iridoidy, triesloviny a v menšej miere saponíny, flavonoidy, slizy, organické kyseliny a iné. Nikolova a Aneva (2017) zdôrazňujú, že vo väčšine rastlín tejto čeľade sú najväčším podielom zastúpené silice, pričom od zloženia a obsahu závisia liečivé účinky jednotlivých druhov rodu *Salvia*, nakoľko sa toto zloženie pre každý druh líši (Alizadeh a Shaabani, 2012). Kyselina rozmarínová je z fenolových kyselín jeden z najznámejších prírodných antioxidantov (Šulniūtė et al., 2017). Mnoho druhov má využitie na medicínske, farmaceutické a výskumné účely (Hao et al., 2015). Niektoré druhy šalvie sa používajú v potravinárstve a pri výrobe kozmetických produktov (Capecka et al., 2005). V rode *Salvia* je zastúpených okolo 900 druhov (Cadirci et al., 2012). Mnoho z nich však zostáva stále málo preštudovaných (Šulniūtė et al., 2017). Šalvie sú prispôsobivé a dokážu sa veľmi dobre adaptovať na rozličné geografické miesta (Whittlesey, 2014). Rastú v rôznych geoklimatických oblastiach po celom svete, ich biotopy siahajú od púští po kroviny, listnaté lesy, borovicové duby i podhorské vlhké lesy (Zona, 2017). Väčšina druhov obľubuje rast v slnečných až polotienistých podmienkach, niektoré druhy sú tolerantné voči nízkej teplote a mrazu. Najbežnejším biotopom sú pôdne substráty pozdĺž brehov potokov, kde malé stromy a kry poskytujú prostredie so slabším prienikom svetla a vyššou vlhkosťou (Sharifi-Rad et al., 2018). Na území Slovenskej republiky je rozšírených 6 voľne rastúcich druhov, 5 pestovaných druhov a 1 medzidruhový kríženec (Kmeťová, 1995). Početnosť druhov (abundancia) predstavuje v absolútnom vyjadrení počet jedincov populácie. Hustota (denzita) populácie vyjadruje počet jedincov na jednotku plochy. Pokryvnosť, resp. dominancia je stanovenie plochy alebo priestoru, ktorý populácia zaujíma (Vozár et al., 2014).

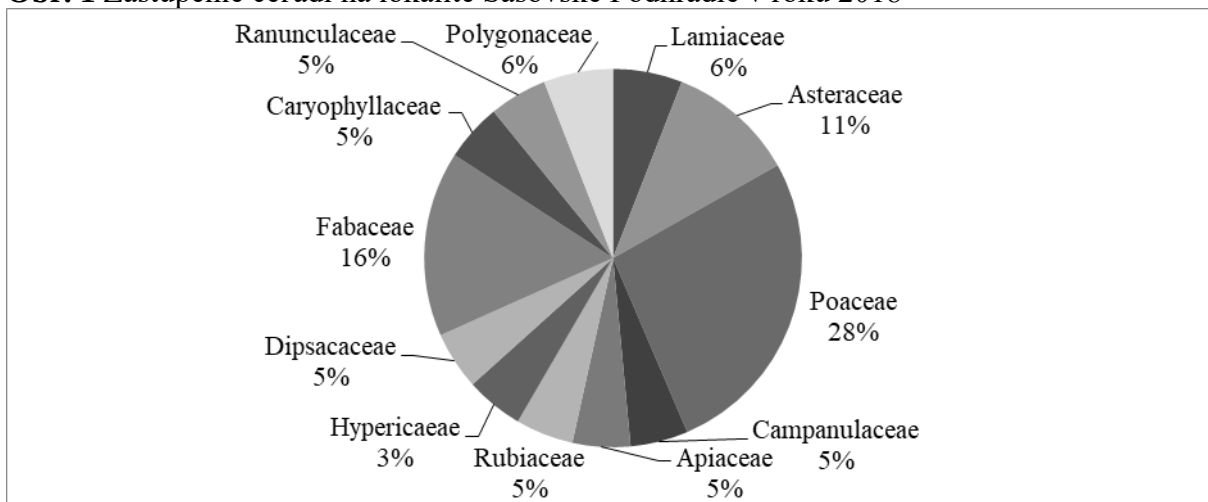
Materiál a metódy

Pozorované a zbierané boli rastlinné druhy *Salvia pratensis* (šalvia lúčna), *Salvia glutinosa* (šalvia lepkavá) a *Salvia verticillata* (praslenatá) v rokoch 2018 a 2019 na troch lokalitách Turček 1, Turček 2 (okres Turčianske Teplice) a Šášovské Podhradie (okres Žiar nad Hronom). Lokality boli vyberané z pohľadu prevažujúceho zastúpenia zbieraných druhov. Líšili sa minimálne a boli vyberané plochy s podobným zastúpením a početnosťou zbieraných druhov. V prípade šalvie lúčnej bol zber uskutočnený na pravidelne kosenej lúke so spoločenstvom *Arrhenatherion elatioris*. Lokalita šalvie lepkavej sa nachádzala na okraji zmiešaného, smrekovo - bukového lesa pri vodnom diele Turček v spoločenstve *Epilobietea angustifolii* (ďalej ako Turček 1). Šalvia praslenatá bola zbieraná na suchom, slnečnom svahu v spoločenstve prechodnej vegetácie triedy *Epilobietea angustifolii* a z mezofilnej lúky a spoločenstva triedy *Arrhenatherion elatioris* (ďalej ako Turček 2). Zber bol uskutočnený v troch termínoch počas rastových fenofáz: začiatok kvitnutia, plné kvitnutie a odkvitanie. Z plochy 1 m² boli identifikované rastlinné druhy, z nich pozberané rastliny z rodu *Salvia*, ktoré sa po vysušení použili na chemické analýzy. Na stanovovanie obsahu silice a kyseliny rozmarínovej boli použité metódy na stanovenie silíc a fenolových kyselín z Európskeho liekopisu Ph. Eur.: 9.0 a Slovenského farmaceutického kódexu 1. Obsah silice v rastlinách bol stanovený metódou jednoduchej destilácie s vodou a následnom odmeraní objemu vydestilovanej silice, v laboratóriu Katedry farmakognózie a botaniky, Farmaceutickej fakulty UK Bratislava. Obsah kyseliny rozmarínovej bol stanovený chromatograficky (HPLC) modifikovanou metódou podľa Long-Ze et al. (2007) v laboratóriu Katedry udržateľného

Výsledky a diskusia

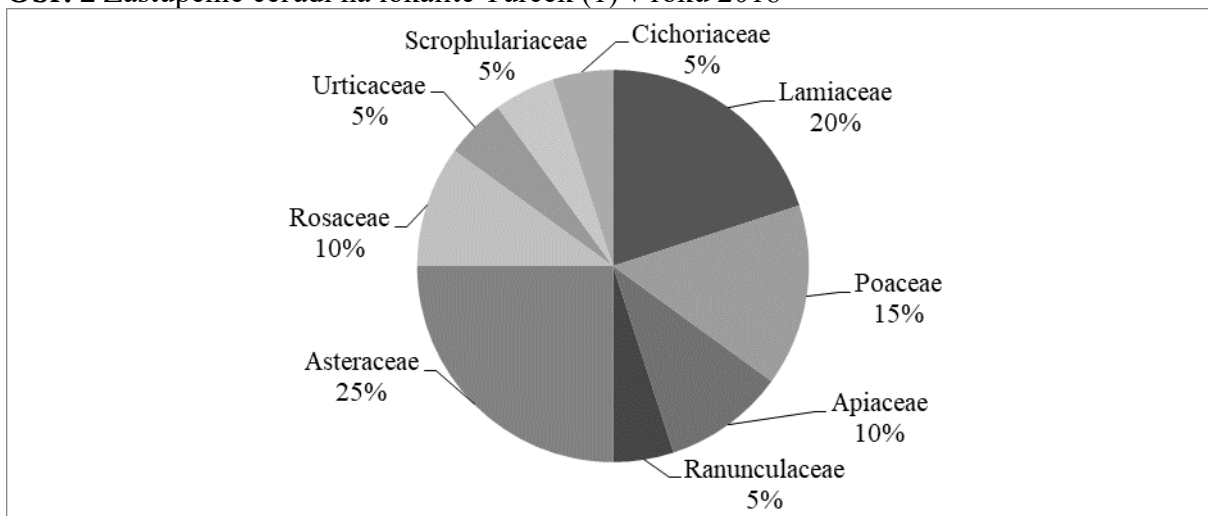
Z analýzy početnosti druhov a čeľadí vyplýva (obrázok 1), že na lokalite Šášovské Podhradie bola v roku 2018 najviac zastúpená čeľaď *Poaceae*. Najmenšiu časť zaberala čeľaď *Hypericaceae*, z ktorej sa vyskytovala iba jedna rastlina. Prevažovali trávy spolu s pozorovaným druhom šalvie a druhom *Galium mollugo* agg. v podrade, s ojedinelým zastúpením mnohých iných taxónov typických pre spoločenstvo zväzu *Arrhenatherion elatioris* (Hájková et al., 2007). Celkovo bolo zaznamenaných 20 rastlinných druhov.

Obr. 1 Zastúpenie čeľadí na lokalite Šášovské Podhradie v roku 2018



Na lokalite Turček (1) bol druh *Salvia glutinosa* v roku 2018 najviac zastúpeným, spolu s ďalšími rastlinami vyššieho vzrastu, ako napríklad prhľava dvojdomá (*Urtica dioica*), alebo konopáč obyčajný (*Eupatorium cannabinum*). Na vonkajšej hranici hornej časti vymedzenej plochy začínali rásť aj dreviny. Spolu 20 druhov rastlín zaradených do rôznych čeľadí (obrázok 2). Išlo o spoločenstvo ruderálnej vegetácie *Epilobetea angustifolii*, a bylinnej vegetácie rúbanísk a narušovaných stanovísk v lesnom prostredí.

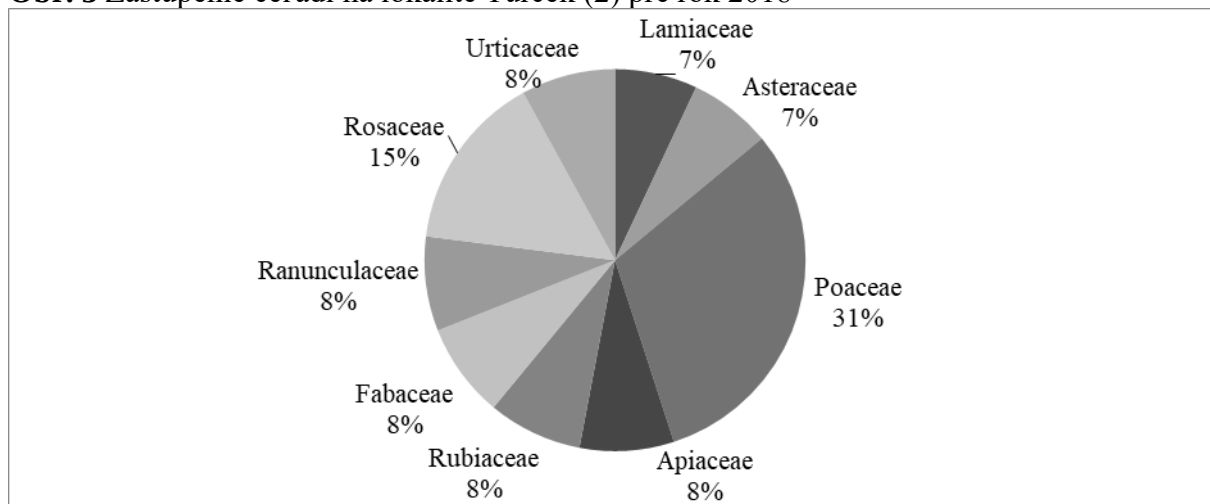
Obr. 2 Zastúpenie čeľadí na lokalite Turček (1) v roku 2018



Lokalita Turček (2) s pozorovaným druhom *Salvia verticillata* bola druhovo najchudobnejšia (13 druhov) s prevahou nízkeho porastu tráv a ostružiny černicovej

rovnakého biotopu, ako pri druhu *Salvia glutinosa*. Čel'ad' *Lamiaceae* zabrala 7 % z celkovej plochy (obr. 3). Nižšie plošné zastúpenia šalvie praslenatej mohlo spôsobiť zníženie svetelnej intenzity a plytší pôdny profil, ktoré determinujú jej rozšírenie v porovnaní s optimálnymi podmienkami.

Obr. 3 Zastúpenie čel'adi na lokalite Turček (2) pre rok 2018



Pre zber druhu *Salvia pratensis* v roku 2019 bola lokalita a druhové zastúpenie zložením identická so zberom realizovanom v roku 2018. Úbytok rastlinných druhov nebol zaznamenaný. Podobne rastlinné spoločenstvá identifikované v roku 2019 boli identické s druhovým zastúpením rastlinných spoločenstiev v roku 2018, s výnimkou druhu *Salvia verticillata*, ktorá bola zbieraná v druhovo bohatšom spoločenstve zväzu *Arrhenatherion elatioris*. Vo vymedzenej ploche pre tento druh pribudli druhy, napr. *Valeriana officinalis*, *Pyrethrum corymbosum* a *Leucanthemum vulgare* agg. V podraсте sa objavili v malom množstve aj dreviny, spolu s počtom 22 všetkých identifikovaných rastlinných druhov. Na zberovej ploche s druhom *Salvia glutinosa* bolo identifikovaných 13 druhov vyšších rastlín s riedkym zastúpením tráv. Hospodárske smery využitia jednotlivých lokalít boli počas obdobia pozorovania rôzne. Lokalita na Šášovskom Podhradí bola v rokoch 2018 a 2019 pravidelne kosená, dvakrát počas vegetačného obdobia bez ponechania pokosenej vegetácie. Lúka nie je ohrozená sukcesiou a býva často spásaná lesnou zverou. Aj Paulisová et al. (2019) pri sledovaní vplyvu rôznej intenzity využívania trávnych porastov na vývoj floristického zloženia zistili zvýšený výskyt tráv po kosení. Rovnako Klimeš et al. (2000) pozorovali účinok kosenia na subxerofilnej lúke. Zistili významné zvýšenie druhového bohatstva. Lokality v katastri obce Turček sú z hľadiska sukcesie ohrozenejšie, ide o zarastené plochy medzi lesom a verejne nevyužívanou lesnou cestou smerujúcou k vodnej nádrži. Tieto miesta sú nepravidelne klčované, aby sa predišlo ich zalesneniu, bohatšie rastlinné spoločenstvá sa však vyskytujú zriedka, hlavne v okolí vlhších miest. Nakoľko je druh *Salvia glutinosa* prevažne lesný druh, v blízkosti lesov sa vyskytuje v hojnom počte (Tabak, 2011).

Počas roku 2018 boli uskutočnené tri zbery druhu *Salvia pratensis*. Prvý bol vykonaný 13. mája na začiatku kvitnutia počas teplého dňa s polooblačným počasím. Druhý zber bol 6. júna v rastovej fenofáze butonizácie, tretí zber v termíne 23. júna v rastovej fenofáze zrelosti plodov, tvrdiek. Vyššie hodnoty obsahu silice (tab. 1) boli namerané v druhom zbere s obsahom 5 ml/kg oproti 2 ml/kg pre skorší zber a 3 ml/kg pre neskorý zber. Množstvo kyseliny rozmarínovej (tab. 1) bolo rozdielne a kulminovalo v druhom zbere (19 525 mg/kg) v porovnaní zo zberom v skoršej rastovej fenofáze (16 803 mg/kg), resp. pri poslednom termíne zberu (17 300 mg/kg).

Tab. 1 Obsah silice a kyseliny rozmarínovej v *Salviae pratensis* herba

Druh	Šalvia lúčna (<i>Salvia pratensis</i> L.)					
Lokalita	Šášovské Podhradie, lúka medzi hradom a cestou R1, 230 m. n. m, severný svah					
Zber	13. 5.2018	6. 6. 2018	23. 6. 2018	18. 5. 2019	15. 6. 2019	27. 6.2019
Počasie	polooblačno	polooblačno	jasno	polooblačno	polooblačno	jasno
Silica [ml/g]	2/1000	5/1000	3/1000	3,5/1000	5/1000	3/1000
Silica [%]	0,2	0,5	0,3	0,35	0,5	0,3
Kyselina rozmarínová [mg/kg]	16 803	19 525	17 300	17 200	20 150	18 000

V roku 2019 boli zbery v rovnakých rastových fenofázach. Prvý zber bol na začiatku kvitnutia 18. mája. V druhom zbere z 15. júna bola pozberaná kvitnúca vňať. Posledný zber bol 27. júna. Obsah silice bol najvyšší v druhom zbere (5 ml/kg), stredný (3,5 ml/kg) v prvom zbere a najnižší (3 ml/kg) v treťom zbere. Z dôvodu nízkeho obsahu merateľnej silice v šalvii lúčnej je počet vedeckých štúdií stanovení jej obsahu menší. Mossi et al. (2011) uvádzajú nemerateľný obsah silice pri druhu *Salvia pratensis* z oblasti Španielska. Smékalová et al. (2010) namerali v Českej republike priemerný obsah 0,0021 %. Anačkov et al. (2008) pozorovali 0,073 % vyextrahovanej silice čisto z listových častí šalvie lúčnej zbieranej v Srbsku. Podobne malé množstvo silice (0,1 %) uvádzajú aj Velickovic et al. (2003). Tieto výsledky sa podobajú nízkym hodnotám, ktoré boli namerané v našom pozorovaní pre druh *Salvia pratensis*, okrem rastovej fenofázy plného kvitnutia, kedy bol obsah silice najvyšší v množstve 0,5 %. Najviac kyseliny rozmarínovej obsahovali rastlinné časti z druhého zberu (20 150 mg/kg), najmenej z prvého zberu (17 200 mg/kg) (tab. 1). Jancisák et al. (1999) uvádza obsah kyseliny rozmarínovej pre druh *Salvia pratensis* v množstve 8 700 mg/kg.

Zbery druh *Salvia verticillata* boli na začiatku kvitnutia 26. júla, druhý v rastovej fenofáze plného kvitnutia 25 augusta, obidva za polooblačna. Tretí zber v rastovej fenofáze zrelosti plodov, tvrdiek na konci vegetačného obdobia 20. októbra, pri zamračenom počasí. Merania preukázali vyššie obsahy silice v neskorých dvoch zberoch (tab. 2), ktorých hodnota bola 5 ml/kg, v porovnaní s predchádzajúcimi zbermi (3 ml/kg).

Tab. 2 Obsah silice a kyseliny rozmarínovej v *Salviae verticillata* herba

Druh	Šalvia praslenatá (<i>Salvia verticillata</i>)					
Lokalita	Turček, okraj lesa pri priehrade, 680 - 800 m. n. m., južný svah					
Zber	26.7.2018	25.8.2018	20.10.2018	5.7.2019	2.8.2019	19.8.2019
Počasie	polooblačno	polooblačno	zamračené	jasno	jasno	jasno
Silica [ml/g]	3/1000	5/1000	5/1000	5/1000	6,5/1000	6/1000
Silica [%]	0,3	0,5	0,5	0,5	0,65	0,6
Kyselina rozmarínová [mg/kg]	16 200	18 000	17 150	17 000	18 450	18 500

V roku 2019 boli tri zbery šalvie praslenatej. V prvom zbere 5. júla boli rastliny na začiatku kvitnutia, v druhom zbere 2. augusta v úplnom kvitnutí, v treťom zbere 19.

augusta na začiatku butonizácie. Počasie sa pri zberoch nelíšilo, bolo jasno. Najvyšší obsah silice bol v rastovej fenofáze plného kvitnutia (6,5 ml/kg sušenej drogy). Druhý najvyšší obsah silice bol v treťom zbere v množstve 6 ml/kg a najnižšie množstvo sme zistili v prvom zbere na začiatku kvitnutia (5 ml/kg). Najvyšší obsah kyseliny rozmarínovej bol stanovený v poslednom, treťom zbere (18 500 mg/kg) s podobnými hodnotami v druhom zbere (18 450 mg/kg) a najnižší obsah v prvom zbere v množstve 17 000 mg/kg (tab. 2).

Výsledky stanovenia obsahových látok druhu *Salvia verticillata* z Českej republiky uvádza Smékalová et al. (2010). Obsah silice sa líšil vzhľadom na miesto zberu, pričom rastliny boli zbierané v prírode na siedmich lokalitách v severnej a južnej časti krajiny počas doby troch rokov 2006, 2007, 2008. Rozsah obsahu silíc bol medzi 0,026 – 0,057 % pre druh *S. verticillata*, s najväčšou hodnotou z lokality Rydvaltice pre rok 2006. Priemerné hodnoty obsahu silíc pre tento druh dosiahli 0,041 %. Viaceré stanovenia silice šalvie praslenatej pochádzajú zo Srbska, kde bol nameraný obsah silice v rozsahu od 0,40 % do 0,42 % (Krstić et al., 2006). Tieto výsledky sú najbližšie k nami zisteným hodnotám pre druh *Salvia verticillata* s najvyšším obsahom silice 0,65 %. Jancisák et al. (1999) uvádzajú obsah kyseliny rozmarínovej pre *Salvia verticillata* subsp. *amasiaca* v totožnom množstve 8,70 mg/g s *Salvia pratensis*. Ďalším porovnaním obsahu kyseliny rozmarínovej je stanovenie pre poddruh *Salvia verticillata* var. *amasiaca* s hodnotou 119,45 mg/g zbieranej v Turecku (Erbil and Diğrak, 2015). Tepe et al. (2007) uvádzajú obsah kyseliny rozmarínovej pre dva poddruhy *Salvia verticillata* var. *verticillata* aj *Salvia verticillata* var. *amasiaca* v hodnotách 28,7±0,89 mg/g a 24,1±1,67 mg/g. Tieto výsledky sú vyššie, ako nami namerané hodnoty.

Prvý zber druhu *Salvia glutinosa* v roku 2018 bol zrealizovaný 26. júla a obsahoval rastlinné vňate v začiatkoch rozkvitania. Druhý zber 25. augusta bol uskutočnený na kvitnúcich rastlinách a tretí zber 20. októbra na rastlinách už odkvitnutých, v rastovej fenofáze plnej zrelosti. Zbieralo sa pri zvýšenej oblačnosti, okrem prvého zberu, pri jasnom počasí. Vyššie hodnoty pre obsah silíc dosiahli rastliny z druhého zberu (7 ml/kg), s nižšou hodnotou (5 ml/kg) pre tretí zber, a najnižším obsahom silice vydestilovanej z rastlín z prvého zberu (4 ml/kg). Väčšie zastúpenie kyseliny rozmarínovej bolo v rastlinách z druhého zberu (20 150 mg/kg), stredný obsah v rastlinách z prvého zberu (19 300 mg/kg) a najnižší obsah v rastlinách získaných z tretieho zberu (18 200 mg/kg) (tab. 3).

Tab. 3 Obsah silice a kyseliny rozmarínovej v *Salviae glutinosae* herba

Druh	Šalvia lepkavá (<i>Salvia glutinosa</i> L.)					
Lokalita	Turček, okraj lesa pri priehrade, 680 - 800 m. n. m., južný svah					
Zber	26. 7. 2018	25. 8. 2018	20. 10. 2018	2. 8. 2019	19. 8. 2019	9. 9. 2019
Počasie	jasno	polooblačno	zamračené	jasno	jasno	zamračené
Silica [ml/g]	4/1000	7/1000	5/1000	6/1000	8/1000	6/1000
Silica [%]	0,4	0,7	0,5	0,6	0,8	0,6
Kyselina rozmarínová [mg/kg]	19 300	20 150	18 200	20 300	22 700	20 100

V roku 2019 bola *Salvia glutinosa* zberaná na začiatku kvitnutia. Obsahovala 6 ml/kg silice, rovnako ako tretí zber odkvitnutých rastlín v septembri s podobnými hodnotami pre kyselinu rozmarínovú v 20 300 mg/kg prvého zberu a 20 100 mg/kg tretieho zberu. Najvyšší obsah silice bol zistený v druhom zbere pri optime kvitnutia (19. august) v množstve 8 ml/kg, rovnako aj najvyšší obsah kyseliny rozmarínovej s 22 700 mg/kg. Prvé dva zbery boli vykonané za jasného počasia, počas realizácie posledného zberu bolo počasie zamračené

(tab. 3). Vo výsledkoch stanovení pre rastliny druhu *Salvia glutinosa* z oblasti Talianska je udávaná hodnota pre celkový obsah silice 0,03 – 0,05 %, ktorá bola podrobená ďalšej analýze zloženia (Senatore et al., 1997). Rezaeieh and Gurbuz (2017) uvádzajú obsah silice pre spomínaný druh zbieraný v Ankare, Turecku v množstve 0,12 %. Velickovic et al. (2003) determinoval obsah silice v šalvii lepkavej, ktorej zber pochádza zo Srbska hodnotou 0,2 % zvlášť pre list, ako aj kvet, so zanedbateľným množstvom v stonke. Zo Srbska uvádzajú hodnotu 0,095 % aj Malencic et al. (2004). Naše namerané hodnoty boli pre obidva roky 2018 a 2019 vyššie s najvyšším obsahom 0,8 %. Bandoniene et al. (2005) uvádzajú obsah kyseliny rozmarínovej v *Salvia glutinosa* pochádzajúcej z botanickej záhrady v Litve o množstve $47\,300 \pm 22\,100$ mg/kg. Je to vyššia, ako nami nameraná najvyššia hodnota pre daný druh $22\,700$ mg/kg. Šulniūtė et al. (2017) uvádza obsah kyseliny rozmarínovej vo všetkých troch druhoch, v etanolových extraktoch pochádzajúcich z botanickej záhrady v Litve nasledovne: *Salvia pratensis* $6\,836 \pm 129$ mg/kg, *Salvia glutinosa* $9\,225 \pm 111$ mg/kg, *Salvia verticillata* $15\,436 \pm 112$ mg/kg. Obsah kyseliny rozmarínovej v našich vzorkách je vyšší u všetkých troch druhoch.

Záver

Dominancia rastlinných čel'adi aj druhov závisela od spoločenstva, ktoré sa na lokalite nachádzalo, ale aj od spôsobu udržiavania porastov. Najbohatšie zastúpenie mal zväz *Arrhenatherion elatioris* pri zberoch *Salvia verticillata* z roku 2019, najchudobnejšie zber pre ten istý druh z roku 2018, avšak v spoločenstve ruderalnej vegetácie. Druhovo bohatý bol aj zber druhu *Salvia glutinosa* z roku 2018 na vlhkom stanovišti s vegetáciou spoločenstva zväzu *Epilobetea angustifolii* s počtom 20 druhov rastlín. Celkovo bolo zaznamenaných viac druhov v pravidelne kosenom biotope v porovnaní s ruderalným stanovišťom podliehajúcim sukcesii. Najvhodnejšie obdobie zberu vňate rastlín rodu *Salvia* z hľadiska obsahu silice, ako aj kyseliny rozmarínovej je v rastovej fenofáze plného kvitnutia. Z jednotlivých druhov vykazuje najvyšší obsah silice druh *Salvia glutinosa* s obsahom 0,8 % silice v roku 2019. Najnižší obsah silice 0,2 % bol zaznamenaný pri *Salvia pratensis* v prvom zbere v roku 2018. Obsah kyseliny rozmarínovej kolísali v intervale od $22\,700$ mg/kg vo vňati *Salvia glutinosa* v roku 2019 do $16\,200$ mg/kg vo vňati druhu *Salvia verticillata* v roku 2018. Najvyššie hodnoty pre každý druh boli dokázané zo zberov vykonaných v rastovej fenofáze plného kvitnutia. Pilotné výsledky získané zo zberov vybraných druhov rodu *Salvia* sú originálne a prispievajú k novým poznatkom variability obsahu silíc a kyseliny rozmarínovej podmienenej geografickým rozšírením.

Literatúra

1. ALIZADEH, A. – SHAABANI, M.: Essential oil composition, phenolic content, antioxidant and antimicrobial activity in *Salvia officinalis* L. cultivated in Iran. In: *Advances in Environmental Biology*, roč. 6, 2012, s. 221 – 226.
2. ANAČKOV, G. – BOŽIN, B. – ZORIĆ, L. – VUKOV, D. – MIMICA-DUKIĆ, N. – MERKULOV, L. – BOŽA, P.: Chemical Composition of Essential Oil and Leaf Anatomy of *Salvia bertolonii* Vis. and *Salvia pratensis* L. (Sect. *Plethiosphace*, Lamiaceae). In: *Molecules*, roč. 14, 2008, č. 1, s. 1 – 9. Dostupné na internete: DOI:10.3390/molecules14010001
3. BANDONIENE, D. – MURKOVIC, M. – VENSKUTONIS, P. R.: Determination of Rosmarinic Acid in Sage and Borage Leaves by High-Performance Liquid Chromatography with Different Detection Methods. In: *Journal of Chromatographic Science*, roč. 43, 2005, č. 7, s. 372 – 376. Dostupné na internete: <https://doi.org/10.1093/chromsci/43.7.372>

4. CADIRCI, E. – SÜLEYMAN, H. – GÜRBÜZ, P. – KURUÜZÜM, U. Z. A. – GÜVENALP, Z. – DEMIREZER, L. O.: Anti-inflammatory effects of different extracts from three *Salvia* species. In: Turk J Biol, roč. 36, 2012, s. 59 – 64. Dostupné na internete: DOI:10.3906/biy-1001-17
5. CAPECKA, E. – MARECZEK, A. – LEJA, M.: Antioxidant activity of fresh and dry herbs of some *Lamiaceae* species. In: Food Chemistry, roč. 93, 2005, č. 2, s. 223-226. ISSN 0308-8146. Dostupné na internete: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.12.047>
6. ERBIL, N. – DIĞRAK, M.: Total Phenolic and Flavonoid Contents, Antimicrobial and Antioxidant Properties of *Salvia verticillata* L. var. *amasiaca* and *Salvia microstegia* Boissand Bal from Turkish Flora. In: Journal of microbiology and antimicrobial agent, roč. 1, 2015, č. 1, s. 23 – 29. Dostupné na internete: https://www.researchgate.net/publication/281838482_Total_Phenolic_and_Flavonoid_Contents_Antimicrobial_and_Antioxidant_Properties_of_Salvia_verticillata_L_var_amasiaca_and_Salvia_microstegia_Boissand_Bal_from_Turkish_Flora
7. HÁJKOVÁ, P. – HÁJEK, M. – BLAŽKOVÁ, D. – KUČERA, T. – CHYTRÝ, M. – ŘEZNÍČKOVÁ, M. – ŠUMBEROVÁ, K. – ČERNÝ, T. – NOVÁK, J. – SIMONOVÁ, D.: Louky a mezofilní pastviny (Molinio-Arrhenatheretea). Meadows and mesic pastures. In: Vegetace České republiky. 1. Travinná a keříčková vegetace, 2007, s. 166 – 280
8. HAO, D. C. – GU, X.-J. – XIAO, P. G.: Phytochemical and biological research of *Salvia* medicinal resources. In: Medicinal Plants, 2015, s. 587–639. Dostupné na internete: DOI:10.1016/b978-0-08-100085-4.00014-1
9. JANICSÁK, G. – MÁTHÉ, I. – MIKLÓSSY-VÁRI, V. – BLUNDEN, G.: Comparative studies of the rosmarinic and caffeic acid contents of *Lamiaceae* species. In: Biochemical Systematics and Ecology, roč. 27, 1999, č. 7, s. 733 – 738. Dostupné na internete: DOI: 10.1016/s0305-1978(99)00007-1
10. KINTZIOS, S. E.: The genus *salvia*. In: Medicinal and aromatic plants, roč. 14, 2000, s. 296. ISBN 90-5823-005-8.
11. KLIMEŠ, L. – JONGEPIEROVÁ, I. – JONGEPIER, J. W.: The effect of mowing on previously abandoned meadow: a ten year experiment. 2000. Praha: Příroda.
12. KMEŤOVÁ, E. *Salvia* in BERTOVIČ, L. – GOLIÁŠOVÁ, K. (eds.) et al.: Flóra Slovenska V/1. Bratislava : VEDA, 1995, 504 s. ISBN 80-224-422-5.
13. KRSTIC, L. – MALENCIC, D. – ANACKOV, G.: Structural investigations of trichomes and essential oil composition of *Salvia verticillata*. In: Botanica Helvetica, roč. 116, 2006, č. 2, s. 159 – 168. Dostupné na internete: DOI: 10.1007/s00035-006-0767-6
14. LONG-ZE, L. – MUKHOPADHYAY, S. – ROBBINS, R. J. – HARNLY, J. M.: Identification and quantification of flavonoids of Mexican oregano (*Lippia graveolens*) by LC-DAD-ESI/MS analysis. In Journal of Food Composition and Analysis, roč. 20, 2007, č. 5, s. 361 – 369. Dostupné na internete: <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2006.09.005>
15. MALENCIC, D. – COULADIS, M. – MIMICA-DUKIC, N. – POPOVIC, M. – BOZA, P.: Essential oils of three *Salvia* species from the Pannonian part of Serbia. In: Flavor Fragr. J. roč. 19, 2004, s. 225 – 228
16. MOSSI, A. J. – CANSIAN, R. L. – PAROUL, N. – TONIAZZO, G. – OLIVEIRA, J. V. – PIEROZAN, M. K. – PAULETTI, G. – ROTA, L. – SANTOS, A. C. A. – SERAFINI, L. A.: Morphological characterisation and agronomical parameters of different species of *Salvia* sp. (*Lamiaceae*). In: Brazilian Journal of Biology, roč. 71, 2011, č. 1, s. 121 – 129. Dostupné na internete: <https://dx.doi.org/10.1590/S1519-69842011000100018>
17. NIKOLOVA, M. – ANEVA, I.: European Species of Genus *Salvia*: Distribution, Chemodiversity and Biological Activity. In: *Salvia* Biotechnology, 2017, s. 1 – 30. Dostupné na internete: DOI:10.1007/978-3-319-73900-7_1

18. PAULISOVÁ, M. – VOZÁR, Ľ. – KOVÁR, P. – HRIC, P. – VEREŠOVÁ, P.: Changes in floristic composition of grassland affected by the different exploitation intensity In: *Acta fytotechn. zootechn.*, roč. 22, 2019, s. 101 – 109. Dostupné na internete: <https://doi.org/10.15414/afz.2019.22.03.101-109>
19. REZAEIEH, K. A. P. – GURBUZ, B.: Volatile Oil Yield and Constituents of *Salvia officinalis*, *S. tomentosa* Mill. and *S. glutinosa* Growing in Ankara, Turkey. In: *Asian Journal of Agricultural Research*, roč. 11, 2017, s. 43 – 47. Dostupné na internete: DOI: 10.3923/ajar.2017.43.47
20. SENATORE, F. – DE FUSCO, R. – DE FEO, V.: Essential Oils from *Salvia* spp. (Lamiaceae). I. Chemical Composition of the Essential Oils from *Salvia glutinosa* L. Growing Wild in Southern Italy. In: *Journal of Essential Oil Research*, roč. 9, 1997, č. 2, s. 151–157. Dostupné na internete: DOI: 10.1080/10412905.1997.9699452
21. SHARIFI-RAD, J. – SUREDA, A. – TENORE, G. C. – DAGLIA, M. – SHARIFI-RAD, M. – VALUSSI, M. – TUNDIS, R. – SHARIFI-RAD, M. – LOIZZO, M. R. – ADEMILUYI, A. O. – SHARIFI-RAD, R. – AYATOLLAHI, S. A. – IRITI, M.: Biological Activities of Essential Oils: From Plant Chemoecology to Traditional Healing Systems. In: *Molecules*, roč. 22, 2017, s. 70
22. SHARIFI-RAD, M. – OZCELIK, B. – ALTIN, G. – DASKAYA-DIKMEN, C. – MARTORELL, M. – RAMÍREZ-ALARCÓN, K. – ALARCÓN-ZAPATA, P. – MORAIS-BRAGA, M.F.B. – CARNEIRO, J.N.P. – LEAL, A.L.A.B. – COUTINHO, H. D. M. – GYAWALI, R. – TAHERGORABI, R. – IBRAHIM, S.A. – SAHRIFI-RAD, R. – SHAROPOV, F. – SALEHI, B. – CONTRERAS, M. D. M. – SHARIFI-RAD, J.: *Salvia* spp. plants-from farm to food applications and phytopharmacotherapy. In: *Trends in Food Science and Technology*, roč. 80, 2018, s. 242 – 263. Dostupné na internete: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.08.008>
23. SMÉKALOVÁ, K. – DUŠEK, K. – DUŠKOVÁ, E.: *Salvia verticillata* L. and *salvia pratensis* L. – the variability of essential oil content in the Czech Republic. In: *Acta Horticulturae*, 2010, č. 860, s. 51 – 60. Dostupné na internete: DOI: 10.17660/actahortic.2010.860.4
24. ŠULNIŮTĚ, V. – PUKALSKAS, A. – VENSĖKUTONIS, P. R.: Phytochemical composition of fractions isolated from ten *Salvia* species by supercritical carbon dioxide and pressurized liquid extraction methods. In: *Food Chemistry*, roč. 224, 2017, s. 37– 47. Dostupné na internete: DOI: 10.1016/j.foodchem.2016.12.047
25. TABAK, N. M. : *Salvia glutinosa* (Lamiaceae) naturalized in Southeastern New York. In: *RHODORA*, roč. 113, 2011, č. 954, s. 220-224. Dostupné na internete: https://www.academia.edu/24639938/Salvia_glutinosa_Lamiaceae_Naturalized_in_Southeastern_New_York
26. TEPE, B. – EMINAGAOGLU, O. – AKPULAT, H. A. - AYDIN, E.: Antioxidant potentials and rosmarinic acid levels of the methanolic extracts of *Salvia verticillata* (L.) subsp. *verticillata* and *S. verticillata* (L.) subsp. *amasiaca* (Freyn & Bornm.) Bornm. In: *Food Chemistry*, roč. 100, 2007, č. 3, 985 – 989. Dostupné na internete: DOI: 10.1016/j.foodchem.2005.10.062
27. VELICKOVIC, D. – RISTIC, M. – VELICKOVIC, A.: Chemical Composition of the Essential Oils Obtained from the Flower, Leaf and Stem of *Salvia aethiopsis* L. and *Salvia glutinosa* L. Originating from the Southeast Region of Serbia, *Journal of Essential Oil Research*, roč. 15, 2003, č. 5, s. 346 – 349. Dostupné na internete: DOI: 10.1080/10412905.2003.9698609
28. VOZÁR, Ľ. – JANČOVIČ, J. – KOVÁR, P. – SKLÁDANKA, J.: Využitie bioindikačných numerických hodnôt v obhospodarovaní trávnych porastov. Brno : MENDELU, 2014, 54 s. ISBN 978-80-7509-131-4.

29. WHITTLESEY, J.: The plant lover's guide to salvias. Portland, Oregon: Timber Press, 2014. ISBN 9781604694192.
30. ZONA, S.: Fruit and Seed Dispersal of Salvia L. (Lamiaceae): A Review of the Evidence. In: The Botanical Review, roč. 83, 2017, č. 4, s. 195-212. Dostupné na internete: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12229-017-9189-y>

Kontaktná adresa

doc. Ing. Miroslav Habán, PhD., Farmaceutická fakulta UK v Bratislave, Odbojárov 10, 832 32 Bratislava, haban@fpharm.uniba.sk a Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov SPU v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, miroslav.haban@uniag.sk. Ing. Dominika Zvercová, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov SPU v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, xzvercova@is.uniag.sk. Ing. Ľubomír Kobida, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov SPU v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, lubomir.kobida@uniag.sk

FLORISTICKÉ ZMENY EXTENZIFIKOVANÉHO TRÁVNEHO PORASTU V PROCES JEHO REVITALIZÁCIE

FLORISTIC CHANGES OF EXTENSIFIED GRASSLAND IN THE PROCESS OF ITS REVITALIZATION

Ľubomír HANZES – Norbert BRITAŇÁK – Iveta ILAVSKÁ

NPPC Lužianky – VÚTPHP, RVP Litovský Hrádok

Abstract

The research objective was to assess the botanical changes in abandoned grassland when revitalized by different management procedures. Over three years (2013-2015), a research trial was performed applying a range of management techniques to the partly revitalized abandoned grassland at *Liptovská Teplička* site (altitude 900 m). There were 8 trial treatments, namely: Treatment (T) 1- control (non-utilised grassland); T2 - one cut a year; T3 - two cuts a year (PK applied); T4 - two cuts a year; T5 - mulching once a year; T6 - two cuts a year (PK + N45 applied); T7/ two cuts a year (PK + N90 applied); T8/ three cuts a year (PK + N90 applied). In the spring, phosphorus (P) and potassium (K) fertilizers were applied at the rates of 30 kg P ha⁻¹ year⁻¹ and 60 kg K ha⁻¹ year⁻¹. Nitrogen (N) fertilizer rate (90 kg) was split into two dressings of 45 kg ha⁻¹, applied in the spring and after the 1st cut, respectively. This fertilizer application pattern was identical for the two-cut and three-cut treatments. At the one-cut treatment, cutting was made at the time of maximum accumulation of above-ground phytomass. At the multiple-cut treatments, the 1st cut was made at the onset of earing and then at full earing of dominant grasses. At the two-cut treatments, the 2nd cut followed ca 60-65 days after the 1st cut. At the three-cut treatments, the cutting intervals for the 2nd and 3rd cuts were ca 40-45 days. In the first experiment's year, no significant floristic differences between the variants were recorded. Divergence was detected amongst the non-utilization treatment and other utilization treatments, especially. Over the three years, the functional group of grasses dominated on grasslands fertilized with various doses of nitrogen (and phosphorus and potassium). On the contrary, legumes increased its share under phosphorus and potassium fertilization treatment especially. Common characteristics of other herbs group was significantly decrease under all utilization management treatments. During the experimental period, the lowest species diversity was in the non-utilised grassland (T1). Especially mowing had a significant impact on the increase in species diversity.

Keywords: floristic composition, grassland revitalization, botanical groups, grasses, legumes

Súhrn

Na čiastočne zrevitalizovanom trávnom poraste, na stanovišti v Liptovskej Tepličke (990 m n. m.) bol v roku 2013 založený experiment, kde sme sledovali vplyv rôzne nastavených pratotechnických postupov na zmeny botanického zloženia. Variantné prevedenie pokusu bolo nasledovné: 1. nevyužívaná kontrola, 2. jedna kosba, 3. dve kosby (hnojenie PK), 4. dve kosby, 5. mulčovanie raz za rok, 6. dve kosby (hnojenie PK + N 45), 7. dve kosby (hnojenie PK + N 90), 8. tri kosby (hnojenie PK + N 90). V roku založenia pokusu neboli zaznamenané výrazné floristické diferencie medzi variantmi. Rozdiely boli len medzi nevyužívanou kontrolou a ostatnými obhospodávanými porastmi. V druhom experimentálnom roku (2014) boli zaznamenané minimálne rozdiely v botanickom zložení len na kontrolnom variante. Na ostatných využívaných porastoch sa začal prejavovať vplyv intenzifikačných faktorov. Vo väčšine nastal mierny pokles trávnej zložky a naopak, vzrástol podiel leguminóz. Najvyšší podiel tejto botanickej skupiny (32,1%) bol evidovaný v druhej kosbe na variante hnojenom PK (variant 3). V treťom hodnotenom roku sa zvýšil podiel tráv,

a to najmä v prvých kosbách vo variantoch hnojených dávkou N 90 kg.ha⁻¹.rok⁻¹ (var. 7,8). Dynamika zvyšovania pokryvnosti leguminóz pretrvávala aj v tomto roku. Podiel bylinnej zložky v porastoch klesal najmä vo využívaných variantoch. Štatistickým hodnotením bol zistený vplyv pratotechniky (kosenie, mulčovanie, absencia využívania) na redukciu bylín, pričom v zmysle tejto interpretácie bolo štatisticky preukazne relevantným faktorom kosenie. Počas trojročnej periódy bola najnižšia diverzita druhov na nevyužívanom poraste (variant 1). Na nárast druhovej diverzity malo preukazný vplyv najmä kosenie.

Kľúčové slová: floristické zloženie, revitalizácia trávneho porastu, botanické skupiny, trávy, leguminózy

Úvod

Vysoká úroveň diverzity trávnych biómov v podmienkach mierneho pásma sa vyvíjala počas dlhej periódy ich tradičného poľnohospodárskeho využívania. Vo veľkej časti Európy došlo počas minulého storočia k jej dramatickému úbytku, a to najmä kvôli socio-ekonomickým zmenám a neudržateľným postupom krajinného využívania (TAFF *et al.*, 2010). Disturbancie, ktoré narúšajú fytoocenózy trávnych porastov ako sekundárnych ekosystémov, sú nadmerná exploatacia alebo naopak extenzifikácia až absencia využívania. Pri opúšťaní plôch, alebo pri príliš nízkej intenzite využívania, dochádza k spontánnej sukcesii, ktorá sa prejavuje nástupom drevín, alebo súčasne aj niektorých expanzívnych druhov tráv (SLÁVIKOVÁ a KRAJČOVIČ, 1998). Zmeny, ktoré nastávajú v poraste pri extenzifikácii, sa týkajú aj druhovej diverzity, pričom časom dochádza k jej postupnej redukcii. A práve vyššia diverzita rastlinných druhov v poraste vedie k nárastu primárnej produkcie (HECTOR *et al.*, 1999), vyššej stability pri narušení (TILMAN and DOWNING, 1994), znižuje úspešnosť invázie nepôvodných druhov prostredníctvom využitia dostupných zdrojov (STOHLGREN *et al.*, 2003) a prispieva k lepšiemu využívaniu a uchovávaniu živín (TILMAN *et al.*, 1996; REICH *et al.*, 2001). Príspevok sa zaoberá hodnotením floristických zmien, podmienených rôzne nastavenými pratotechnickými zásahmi aplikovanými počas revitalizácie extenzifikovaného trávneho porastu.

Materiál a metódy

Experimentálne práce boli realizované na čiastočne zrevitalizovanom trávnom poraste (technológiou mulčovania) na stanovišti v Liptovskej Tepličke (990 m n. m.). Pokus bol založený v roku 2013 metódou dlhých pásov v troch opakovaniach. Bol jednofaktorovým pokusom, kde úrovňami faktora boli intenzifikačné pratotechnické zásahy. Variantné prevedenie pokusu je uvedené v tab. 1. Pri hnojených variantoch sa použili nasledovné hnojivá: liadok amónny s dolomitom (LAD), superfosfát, draselná soľ. Pri P hnojení bola dávka 30 kg.ha⁻¹.rok⁻¹ a K 60 kg.ha⁻¹.rok⁻¹. Fosfor a draslík sa aplikovali v jarnom období. Dávka N 90 bola rozdelená, pričom polovicu (45 kg.ha⁻¹) sme aplikovali v jarnom období a druhú dávku po prvej kosbe. Uvedený spôsob hnojenia bol identický pre dvojkosný aj trojkosný variant. Pri N 45 kg.ha⁻¹ sa celá dávka aplikovala v jarnom období. Kosba pri jednokosnom variante bola vykonaná pri maximálnej akumulácii nadzemnej fytohmoty. Pri viackosných variantoch bol termín prvej kosby vo fáze začiatku klasenia a plného klasenia prevládajúcich druhov tráv v poraste. Pri dvojkosnom využívaní sa druhá kosba realizovala približne 60 až 65 dní po prvej kosbe. Pri trojkosnom využití nasledovala druhá a tretia kosba v intervaloch cca 40 až 45 dní. Presné termíny kosieb sme stanovovali podľa aktuálneho stavu porastov, z hľadiska fenofázy a nárastu fytohmoty. Floristické zloženie porastov bolo určované metódou redukovanej projektívnej dominancie, pred každým pratotechnickým zásahom.

Tab. 1 Variantné prevedenie pokusu

Varianty	Pratotechnické zásahy
1.	Nevyužívaná kontrola
2.	Jedna kosba
3.	Dve kosby (hnojenie PK)
4.	Dve kosby
5.	Mulčovanie raz za rok
6.	Dve kosby (hnojenie PK + N 45)
7.	Dve kosby (hnojenie PK + N 90)
8.	Tri kosby (hnojenie PK + N 90)

Výsledky a diskusia

V roku založenia experimentu sa vplyv rozdielnych pratotechnických a intenzifikačných postupov na diferenciáciu botanického zloženia využívaných porastov prejavoval pozvoľna (tab. 2). Zmeny môžeme badať medzi kontrolným a využívanými variantmi. Z hľadiska pomerov floristických skupín na tomto variante dominovali byliny (60 %). Prezencia tráv predstavovala 32,2 % a leguminóz 7,8 %. Na ostatných variantoch sa pomery menili, a to v prevažnej miere v prospech dominancie trávnej zložky, ktorej podiely boli najvyššie v druhých a zároveň aj v tretej kosbe na variante 8. Práve na tomto variante bola použitá aj najvyššia dávka N hnojenia 90 kg.ha⁻¹. Zastúpenie leguminóz sa v prvých využitíach pohybovalo od 3,5 % (variant 7) do 7,8 % (varianty 1 a 5). Za zmienku stojí vyššia prezencia tejto floristickej skupiny v druhej kosbe na variante 6 (13,3 %), ale najmä na variante 3 (s PK hnojením), kde sa jej pokryvnosť dostala na úroveň 19,9 %. Pri bližšej špecifikácii druhového zloženia, dominovali z trávnych druhov najmä *Agrostis stolonifera*, *Dactylis glomerata*, *Festuca pratensis*, *Festuca rubra* a *Poa pratensis*. Najfrekvencovanejšími druhmi z čeľade *Fabaceae* boli *Lathyrus pratensis* a *Vicia cracca*. Z bylín v jednotlivých porastoch dominovali okrem iného *Alchemilla xanthochlora*, *Cirsium rivulare*, *Hypericum perforatum*, *Veronica chamaedrys*.

Z hľadiska druhovej diverzity bol zaznamenaný najvyšší počet druhov vo variante 8 (50 druhov rastlín) a naopak najnižší zaznamenaný počet bol na kontrolnom variante, a to 39 druhov (tab. 5).

V druhom experimentálnom roku (2014) boli zaznamenané minimálne diferencie v botanickom zložení len na kontrolnom variante (tab. 3). V obhospodarovovaných porastoch v druhých využitíach v priemere mierne poklesol oproti predchádzajúcemu roku podiel trávnej zložky. Naopak vo väčšine prípadov došlo k zvýšeniu zastúpenia leguminóz, a to v prvých využitíach najmä na hnojených variantoch (3 - 21%, 6 - 23,9%, 7- 15,8%, 8 - 18,4%) a okrem druhej kosby na variante 7 aj v ostatných variantoch v ďalších využitíach. Najvyššia prezencia tejto botanickej skupiny (32,1%) bola zaznamenaná v druhej kosbe na variante hnojenom PK (variant 3). Najvyššou druhovou početnosťou leguminóz (7 druhov) sa v prvých kosbách prezentovali varianty s aplikáciou hnojenia (3, 6, 8) a tiež variant mulčovaný. V tomto roku sme evidovali v porastoch aj vyššiu prezenciu prázdnych miest, čo bolo dôsledkom zvýšeného výskytu krtincov v jarnom období. Z lipnicovitých druhov mali najvyššie zastúpenie *Agrostis capillaris*, *Dactylis glomerata*, *Festuca pratensis*, *Festuca rubra* a *Poa pratensis*. Z leguminóz zase v tomto roku dominovali *Trifolium pratense*, *Trifolium repens*, *Vicia cracca* a z bylín *Achillea millefolium*, *Alchemilla xanthochlora*, *Cirsium rivulare*, *Veronica chamaedrys*.

Z hľadiska počtu druhov bol najmenej početným kontrolný variant (41 druhov) a najviac druhov sme napočítali na variante mulčovanom (tab. 5).

V poslednom sledovanom roku (2015) bol na kontrolnom variante zaznamenaný oproti obidvom predchádzajúcim rokom sledovaní zvýšený podiel trávnej zložky, a to v priemere o 10 % (tab. 4). Prezencia leguminóz (5 %) a výskyt prázdnych miest (2,2 %) sa výrazne od predchádzajúcich rokov nemenili. Pokleslo zastúpenie bylinných druhov (na 52,2 %), čo bolo na úkor tráv. Z využívaných porastov bol, oproti roku 2014, evidovaný výraznejší vzostup trávnej zložky v prvých kosbách, hlavne vo variante 8. Podiel tejto botanickej skupiny sa v druhej kosbe spomínaného variantu mierne znížil (38,2 %), pričom v tretej kosbe vzrástol na 69,4 %, čo bol v tomto roku aj všeobecne najvyšší zaznamenaný podiel agrobotanickej skupiny. Druhý najvyšší podiel tráv s prezenciou 50 % bol vo variante hnojenom rovnakým množstvom N (90 kg.ha.rok⁻¹), avšak využívanom dvojkosne. Stupňovaná intenzita hnojenia dusíkom zvyšuje podiel tráv až po ich úplnú dominanciu, klesá podiel d'atelinovín i ostatných lúčnych bylín. Rýchlosť tohoto procesu je stimulovaná výskytom vyšších produkčných trávnych druhov v pôvodnom poraste, spomaľovaná výskytom vyšších lúčnych bylín (JANČOVIČ, 1999). Z trávnych druhov dominovali v jednotlivých porastoch *Agrostis stolonifera*, *Festuca pratensis*, *Festuca rubra* a *Poa pratensis*. Zastúpenie leguminóz na najintenzívnejšom variante (variant 8) bolo v prvej (16,1 %) a tretej (12 %) kosbe najnižšie zo všetkých obhospodarovaných porastov, avšak bolo vyššie ako v roku predchádzajúcom. Pri celkovom zhodnotení zastúpenia leguminóz za trojročné experimentálne obdobie môžeme konštatovať, že vo všeobecnosti sa ich prezencia od prvého k tretiemu roku zvyšovala, pričom sa v priemere zaznamenali najvyššie podiely v roku 2015. Vzostup leguminóz bol najdynamickejší vo variante 6 (dve kosby, N 45 + PK), ale najmä vo variante 3 (dve kosby, PK). Práve vo variante 3 (v 1. kosbe) sa zvyšovalo zastúpenie leguminóz nasledovne: 2013 - 6,7 % ; 2014 - 21 %, 2015 – 51,9 %. Zvyšovanie podielu leguminóz pri PK hnojení korešponduje so zisteniami FOLKMANA a JANČOVIČA (1991), ktorí potvrdili výraznejší vplyv PK hnojenia na d'atelinoviny, vedúci k ich pomerne rýchlemu rozšíreniu a zvýšeniu stability v poraste. VOZÁR (2003) dáva do pozornosti stupňované zvyšovanie podielu leguminóz v priebehu rokov na PK variante, ale tiež variante s nižšou úrovňou hnojenia N, čo korešponduje aj s našimi výsledkami. Z tejto botanickej skupiny dominovali v experimente *Trifolium pratense*, *Trifolium repens*, *Vicia cracca*, *Lathyrus pratensis*. Podiel bylinnej zložky bol podobne ako v predchádzajúcom roku, najvyšší na kontrolnom nevyužívanom poraste (52,2 %) a v jednokosnom variante (52,6 %). Z druhov v jednotlivých porastoch dominovali najmä *Achillea millefolium*, *Alchemilla xanthochlora*, *Galium mollugo*, *Hypericum perforatum*, *Filipendula ulmaria*, *Veronica chamaedrys* a iné.

Počet druhov na jednotlivých variantoch sa v poslednom roku trvania experimentu v porovnaní s ostatnými dvoma rokmi výrazne nemenil (tab. 5). Opäť bolo najmenej druhov registrovaných na nevyužívanej kontrole (38 druhov), pričom to bol na tomto variante aj najnižší počet za tri roky a celkovo najnižší zistený počet druhov za celé experimentálne obdobie. Vo variante 8 sa nachádzalo 55 rastlinných druhov, čo bol zase najvyšší počet druhov nielen v tomto roku, ale aj z hľadiska absolútneho hodnotenia. Viacerí autori poukazujú na znižovanie diverzity druhov vplyvom aplikácie N – hnojenia (HARPOLE *et al.*, 2016; LICHNER a kol., 1989; FOLKMAN, 1981; FRYČEK, KRÁLOVEC a PRACH, 1992 a iní) avšak s výraznejším efektom až pri jeho vyšších dávkach, čo z časti korešponduje aj s našimi výsledkami.

Štatistickým hodnotením všetkých rokov sa zistil vplyv spôsobu pratotechniky (nevyužívanie, mulčovanie, kosenie) na druhovú pestrosť porastov ($\chi^2 = 6,3$; Df =2 ; P=0,04). Z troch uvedených spôsobov bol preukazný rozdiel medzi kosením a absenciou využívania ($t=2,336$; P=0,03). Z hľadiska frekvencie pratotechnických zásahov (0 – 3) sa zistili významné rozdiely ($\chi^2 = 10,5$; Df =3 ; P=0,015), pričom diferencie boli medzi nevyužívanou kontrolou (frekvencia 0) a trojkosným využívaním (frekvencia 3 ; $t = 3,339$; P = 0,0053).

Štatistickým hodnotením všetkých rokov sa zistil vplyv spôsobu pratotechniky

na pokryvnosť bylín v porastoch ($\chi^2 = 6,88$; Df =2 ; P=0,032). Z troch pratotechnických spôsobov bol zaznamenaný rozdiel medzi kosením a absenciou využívania (t=2,619 ; P=0,016). V zmysle tejto interpretácie dochádzalo vplyvom kosenia k preukaznej redukcii bylín. Pri ostatných botanických skupinách nebol zistený preukazný vplyv pratotechniky na ich pokryvnosť. Z hľadiska frekvencie využívania boli zaznamenané preukazné rozdiely vo vzťahu k redukcii bylinnej zložky ($\chi^2 = 11,37$; Df =3 ; P=0,01). Viacnásobným párovým porovnávaním boli diferencie medzi dvojkosným využívaním a nevyužívanou kontrolou (t=2,361 ; P=0,03).

Tab. 2 Floristické zloženie porastov (%) v roku 2013

Skupina/druh/variant	1	2	3	4	5	6	7	8	3/II	4/II	6/II	7/II	8/II	8/III
Trávy	32,2	53,8	37,3	37,3	47,6	48,3	59,6	55	38,2	58,7	54,5	63,4	51,5	69,5
Bôbovité	7,8	4,8	6,7	7,5	7,8	4,8	3,5	7,5	19,9	2,7	13,3	7,1	6,5	1,5
Ostatné lúčne byliny	60	41,4	56	54,7	44,6	46,9	36,9	35	38,1	36,4	30,4	25,4	41,1	28,6
Prázdne miesta	0	0	0	0,5	0	0	0	2,5	3,8	2,2	1,8	4,1	0,9	0,4
<i>Agrostis stolonifera</i>	6,8	10,3	8,4	10,9	13	3,2	14,4	7,8	12,2	16,3	20,6	14,4	11,9	25,7
<i>Alopecurus pratensis</i>	1,7	6,4	0,1		0,1									
<i>Anthoxanthum odorat.</i>					0,1									
<i>Avenula pubescens</i>	2	9,1	9,2	2,2	5,9	6,8	8,5	5,6					2,9	0,2
<i>Briza media</i>	0,3	1,2			0,5	0,5								
<i>Dactylis glomerata</i>	6,7	5	4,9	4,5	4,3	11,1	9,7	3,3	4,5	17,7	13,9	19,9	5,9	11,8
<i>Deschampsia caespito.</i>		1,6			1,5	0,6		0,1		0,1	0,1		0,9	1,2
<i>Elytrigia repens</i>							2,5	1,8			1,2	0,2	2,1	
<i>Festuca arundinacea</i>					0,4						0,6	0,1	0,9	0,6
<i>Festuca pratensis</i>	1,9	6,5	3,4	4,9	3,7	4,6	6	6,2	3,2	0,4		11,1	10,2	10,8
<i>Festuca rubra</i>	4,7	3,8		3,5	4,6	5,6	10,3	11,8	5,4	10,1	7,3	6,3	6,8	4,1
<i>Phleum pratense</i>		0,4			0,4				0,7	1,2				
<i>Poa pratensis</i>	8,1	9,5	11,3	11,3	13	15,9	8,2	18,4	12,2	12,9	7,2	11,4	9,9	14,7
<i>Trisetum flavescens</i>					0,1						3,6			0,4
<i>Lathyrus pratensis</i>	4,6	1,7	1,8	1,8	1,6	2,1	2,3	5,5	1,3	0,1	1,2	0,5	1,4	0,1
<i>Lotus corniculatus</i>		0,1							0,1					
<i>Trifolium alpestre</i>					0,2		0,1							0,1
<i>Trifolium hybridum</i>						0,5								
<i>Trifolium pratense</i>		0,6	1,7	0,5	0,9	1,2	0,3		1,2	0,1	0,1	1,2	0,5	0,1
<i>Trifolium repens</i>				0,5	1,4	0,1		0,2	6,6	1,9	8,8	3,1	0,9	0,6
<i>Trifolium spadiceum</i>			0,4											
<i>Vicia cracca</i>	2	2,4	0,9	2,4	1,6	0,4	0,6	0,3	10,7	0,4	2,2	2,2	2,6	0,2
<i>Vicia sepium</i>	1,2		1,9	2,3	2,1	0,5	0,2	1,5		0,2	1	0,1	1,1	0,4
<i>Acetosa pratensis</i>	2,9	1,1		2,1	1,7	1,2	2,2	0,8		0,1	1,1	0,8	1,1	1,2
<i>Aegopodium podagrar.</i>	1,1	2	0,4				0,1	0,1	2					
<i>Achillea millefolium</i>	1,8	1,1	2,7	3,7		2,1	2,2	4,9	5,1	1,3	3,4		6,7	2,4
<i>Alchemilla xanthochl.</i>	5	7,4	7,6	7,3	4,8	12,3	9	8,2	5,9	9,6	6,4	4,8	8,4	6
<i>Angelica sylvestris</i>	1,2	0,3	0,2	0,6	0,2	1,3							0,4	
<i>Anthriscus sylvestris</i>								0,4						
<i>Arabis sp.</i>		0,1	0,1	0,1		0,1	0,1	0,1						
<i>Campanula patula</i>	0,8	0,7		0,2	0,7	0,1			0,1	0,1			0,9	0,1
<i>Carex sp.</i>				0,1				0,4						
<i>Carum carvi</i>									0,4			0,1		
<i>Cerastium sp.</i>				0,1										
<i>Cirsium arvense</i>											1,7			
<i>Cirsium eriophorum</i>		0,3												
<i>Cirsium oleracea</i>			1,1				2,4	0,4						

<i>Cirsium palustre</i>	3,1			0,5	2				1	4,8		1,3		0,2
<i>Cirsium rivulare</i>	6,8		5,4	11,6	4,2	4,4	1,3	0,8	1,6	2,4	1,1	0,6	2	3,3
<i>Crepis biennis</i>	2	1,3	0,8	1	2,7	0,5	0,5		0,1			0,1		
<i>Crepis conyzifolia</i>					0,7					0,1				
<i>Cruciata leavipes</i>		1,6	3,8	2,1	0,6		1,3	0,5		0,2		0,2	0,5	1
<i>Daucus carota</i>		0,1	0,6		1		0,2			0,1		0,1		0,1
<i>Filipendula ulmaria</i>	11,2	6,2	2,2		3,4	3	1,8	2,5	1,3	6	1,4	2,4	2,9	1,7
<i>Galeopsis tetrahit</i>													0,1	
<i>Galium mollugo</i>	3,5	2,4	1	2,1	3,4	1,6	0,6	3,5	3,1	1,5	2,7	3,2	3,1	1,7
<i>Galium uliginosum</i>	0,2													
<i>Galium verum</i>									1,1					
<i>Geranium pratense</i>		1	0,1	0,1		0,1	0,1		0,6	0,1		0,9		0,2
<i>Geranium sylvestris</i>	0,2	0,1	0,1											
<i>Geum rivulare</i>	3,9	2,1	2,7	4,6	3,4	4,9	1,8	1,4		0,3	0,8	0,1		0,9
<i>Heracleum sphondyl.</i>			0,6						1,1		0,6			
<i>Hypericum perforatum</i>	2,9	2,2	3,2	4,7	2,7	2,6	3	1,6	1,7	2	1,9	1,6	3,5	1,2
<i>Jacea pratensis</i>	2,1	3,1		1,5	2,4	1,6	1,6	0,4	2,3	0,1	0,9	1,3	2,6	1
<i>Leontodon autumnalis</i>	0,3		1,6	0,5	0,4				1,7		0,4	0,5		0,1
<i>Leontodon hirsutum</i>				2,2										
<i>Leucanthemum vulgar.</i>		0,4			0,3									
<i>Luzula sp</i>	0,1			0,6				0,1		0,1				
<i>Lychnis flos-cuculi</i>			0,1											
<i>Mentha longifolia</i>	0,4													
<i>Myosotis</i>		0,1			0,4									
<i>Origanum vulgare</i>	0,4													
<i>Petasites hybridus</i>		0,7	0,1						0,1					
<i>Picea abies</i>	0,5													
<i>Pimpinella saxifraga</i>		0,1		0,1					2,4	2,3		0,4		0,1
<i>Plantago lanceolata</i>					0,3			1,1				0,3	0,1	
<i>Plantago major</i>							0,2						0,5	
<i>Polemonium coerules.</i>						0,1	0,1				0,5			
<i>Potentilla recta</i>	0,1													
<i>Ranunculus acris</i>	0,5	1	1,6	1		2,1	2,2	1	1,7	0,8	1,2	1,3	0,8	1,4
<i>Ranunculus auricomus</i>					0,8					0,1				
<i>Ranunculus bulbosus</i>														0,1
<i>Sanguisorba officinalis</i>									0,1	0,1				
<i>Silene dioica</i>					0,1								0,1	0,5
<i>Stelaria graminea</i>											0,1			
<i>Taraxacum officinale</i>		1,3	1,6	1,6	0,3	1,3	2,2	0,8	1,1	0,6	0,3	1,3	1,3	0,8
<i>Tithymalus cyparissias</i>		0,1			0,4	0,2	0,1				0,9	0,8		
<i>Tragopogon orienta.</i>	1,6	0,7	2,1		2,3	2,1	2,6	2,2	1,8	1,3	0,6	1	3,2	1,9
<i>Valeriana officinalis</i>	0,9								0,1	0,2	1,8	0,7		0,8
<i>Veronica chamaedr.</i>	5,9	3,9	15,2	4,2	4,1	4,6	1,2	3,3	1,7	2,2	2,5	1,6	2,8	1,8
<i>Viola lutea</i>	0,2													
<i>Viola tricolor</i>	0,4		1,1	2,1	1,3	0,7	0,1	0,5			0,1		0,1	0,1

Pozn.: /II – druhá kosba, /III – tretia kosba

Tab. 3 Floristické zloženie porastov (%) v roku 2014

Skupina/druh/variant	1	2	3	4	5	6	7	8	3/II	4/II	6/II	7/II	8/II	8/III
Trávy	29,3	31,9	34,4	44,5	54,3	39,5	57,7	38,5	36,1	45,5	49,6	59	46,3	41,4
Bôbovité	3,8	5	21	6,4	4,7	23,9	15,8	18,4	32,1	17,3	20,2	4	21,2	26,3
Ostatné lúčne byliny	65	58,6	42,2	45	38,1	33,7	25	41,4	29,5	34,5	28,1	33,9	30,1	28,8
Prázdne miesta	1,9	4,5	2,4	4,1	2,9	2,9	1,5	1,7	2,3	2,7	2,1	3,1	2,4	3,5
<i>Agrostis capillaris</i>	10,2	8,5	5,7	11,9	13,3	8,5	15	8,3	10,7	14,6	5,1	1,6	9,5	
<i>Alopecurus pratensis</i>				2,2	0,8	0,5	0,2							
<i>Avenula pubescens</i>	0,4	3,2	3,6	1,5	4,3	4,7	10,6	2,3						
<i>Briza media</i>		0,2			0,1				0,1					
<i>Dactylis glomerata</i>	2,5	2,6	5	6	5,9	2,8	8,8	2,3	5,5	7,7	6,7	24,8	5,5	3,9
<i>Deschampsia caespitosa</i>		0,1			0,2			0,6						
<i>Elytrigia repens</i>	1,3					1,2	0,1	0,4			1	3,4	2	0,8
<i>Festuca pratensis</i>	3,6	6,3	3,6		10,2	1,6	4,4	2,6	7,1	7,1	12,2	5,6	6,6	5,2
<i>Festuca rubra</i>	6,5	6,3	8,6	11,5	8,8	10,8	14,7	7,1	3,9	7,7	7,6	3,8	6,3	4,8
<i>Phleum pratense</i>	0,1	0,1	0,7											0,2
<i>Poa pratensis</i>	4,7	4,6	7,2	11,4	8,6	8,1	3,9	14,9	8,8	8,4	13,9	19,8	16,4	26,5
<i>Roegneria canina</i>					0,1									
<i>Trisetum flavescens</i>					2	1,3					3,1			
<i>Lathyrus pratensis</i>	3,2	1,7	1,2	1,3	0,4	0,3	2,3	1,2	2,1	1,6		0,3	1,3	
<i>Lortus corniculatus</i>								0,1						
<i>Medicago lupulina</i>						0,1								
<i>Trifolium alpestre</i>	0,1	0,4	1,4	1,6	0,3	1,1		1,1	0,2		1,2			
<i>Trifolium pratense</i>		1,2	3,4	0,8	1,7	8,3	5,3	5,1	3,7	0,6	4,6	0,4	3	1,1
<i>Trifolium repens</i>		0,1	12,4	1,8	0,1	9,5	6,3	5,6	17,9	4	7,7	1,6	14,3	22,9
<i>Trifolium spadiceum</i>			0,1		0,1		0,1							
<i>Vicia cracca</i>	0,4	1,6	0,3		1,5	1,6	0,5	4,7	6,5	9,9	4,9	1,4	2,5	1,1
<i>Vicia sepium</i>	0,1		2,2	0,9	0,6	3	1,3	0,6	1,7	1,2	1,8	0,3	0,1	1,2
<i>Acetosa pratensis</i>	3,9	1,6	2	1,8	1,5	1,2	0,6	1,4	0,6	1,6	0,8	0,5	2,1	
<i>Aegopodium podragaria</i>	3,8	3	0,3	2,6	0,1	1,2	0,1	0,2		0,7	1,2	1,1	0,3	0,6
<i>Achillea millefolium</i>	4,4	2,7	3,2	3,3	1	1,8	0,6	3	2,2	3,5	1,4	1,7	1,7	2,9
<i>Alchemilla xanthochlora</i>	12,4	15,5	9,1	3,6	5,5	7,7	7,4	8,6	9,4	4,5	5,5	11,7	11,1	12,4
<i>Anthriscus sylvestris</i>					0,1			0,1						0,1
<i>Arabis sp.</i>		0,1	0,4	0,4	0,1	0,9	0,2	2,2					0,1	
<i>Archangelica sylvestris</i>	0,7													
<i>Campanula patula</i>	0,1	0,1	0,8	0,3	0,1	0,3		0,1	0,1	0,7	0,5	0,8	0,2	0,1
<i>Carlina acaulis</i>						0,3								
<i>Carum carvi</i>											0,1			
<i>Cirsium eriophorum</i>		1,3												
<i>Cirsium palustre</i>	0,6			1,8	1		0,4	2,9	0,1				1,3	0,1
<i>Cirsium rivulare</i>	3,8	2	4,2	5,4	4,8		0,4	2,6	1,6	2,9	3,5	1,2	2,3	2,9
<i>Crepis biennis</i>	0,1	1,2	0,6	0,1	0,5	0,7	0,1	0,1					0,1	0,1
<i>Crepis conyzifolia</i>	1,2	0,4		0,1										
<i>Cruciata leavipes</i>	0,2	2	3,9	6	3,5	2,8	1,9	1,5	1	1,6	1,8	2	2,6	1
<i>Daucus carota</i>		1,6	1,5	0,7	0,1	0,1	0,1		0,9	0,7	0,8	0,5		1,3
<i>Euphrasia roskoviana</i>									1,5	1,2	0,1			
<i>Fillipendula ulmaria</i>	11	2,4		1,8	1,6	1,6	1,2	2,5		3,1	2,3	1,3	0,6	0,3

<i>Galeopsis tetrahit</i>	0,1													
<i>Galium mollugo</i>	5,6	5,7	3,1	1,5	2,9	1,8	2,2	1	1,9	2,1	0,9	1,2	1,9	2,7
<i>Geranium pratense</i>	1,1	0,1			0,1									
<i>Geranium sylvaticum</i>	0,6	1,6	0,2						0,3					
<i>Geum rivulare</i>	2,2	1,2	0,2	0,3	2,6	1,8	0,2	0,3		0,5	0,4			0,1
<i>Heracleum sphondylium</i>	0,1													
<i>Hypericum perforatum</i>	2,8	4	2	2,5	1	0,4	0,3	0,7	0,9	1,3	1,8	1,3	1,3	
<i>Jacea pratensis</i>	0,6	4,4	1,2	0,6	0,2	1,2	0,1	0,4	1,1	0,4		0,3	0,1	1,6
<i>Jacea scabiosa</i>					0,2									
<i>Juncus sp.</i>	0,1	0,1		1,5		0,1	0,1	0,1						
<i>Leontodon autumnalis</i>		0,1	0,4		0,2			0,1	1			0,1		0,1
<i>Leontodon hispidus</i>				0,4	0,1					1,7				
<i>Leucanthemum vulgare</i>		0,7	0,1	0,1	0,3			0,1						
<i>Luzula sp.</i>	0,1													
<i>Lychnis flos-cuculi</i>							0,1							
<i>Origanum vulgare</i>	3,1													
<i>Petasites hybridus</i>	0,5	0,1	0,4											
<i>Picea abies</i>	0,5													
<i>Pimpinella saxifraga</i>			0,3						0,2	0,3		0,9		0,1
<i>Plantago lanceolata</i>							0,1					0,1	0,1	0,3
<i>Plantago major</i>		0,1	0,2		0,1		0,1	0,1					0,1	0,1
<i>Polemonium caeruleum</i>						0,1					0,1			
<i>Ranunculus acris</i>	0,2	0,6	0,6	0,8	2,5	1,2	0,6	1,3	0,9	1,3	1,2	1	0,1	0,2
<i>Ranunculus auricomus</i>				0,1										
<i>Rhinanthus minor</i>				0,2	0,1			0,1						
<i>Silene dioica</i>					0,1	0,1	0,1	0,2					0,1	
<i>Taraxacum officinale</i>			2	1,1	1,6	1,2	2,3	1,6	1,5	1,3	1	1,8	0,3	1,2
<i>Tithymalus cyparissias</i>		0,1			0,1	0,3	0,3				0,4	0,8		
<i>Tragopogon orientalis</i>	0,1	2,4	1,2	2,6	2	1,4	1,5	0,8	0,9	1,1	1,8	0,8	1,4	0,4
<i>Veronica chamaedrys</i>	5	2,7	4	5,1	4	5,4	3,8	6,1	3,3	4	2,2	4,8	1,3	0,2
<i>Viola lutea</i>													0,1	
<i>Viola tricolor</i>	0,1	0,8	0,3	0,3	0,1	0,1	0,2	3,3	0,1		0,3		0,9	

Pozn.: /II – druhá kosba, /III – tretia kosba

Tab. 4 Floristické zloženie porastov (%) v roku 2015

Skupina/druh/variant	1	2	3	4	5	6	7	8	3/II	4/II	6/II	7/II	8/II	8/III
Trávy	40,6	27	22,5	47,2	41,1	40,5	46	49,4	24,5	34,5	39,5	50	38,2	69,4
Bôbovité	5	18	51,9	17,3	23,1	32,7	27,8	16,1	29,9	16,6	32,5	23	36,3	12
Ostatné lúčne byliny	52,2	52,6	23,7	31,1	32,2	24,5	24,9	31,7	19,1	29,2	24,5	22,8	21,7	14,3
Prázdne miesta	2,2	2,4	1,9	4,4	3,6	2,3	1,3	2,8	26,5	19,7	3,5	4,2	3,8	4,3
<i>Agrostis stolonifera</i>	13,3	10,4	0,1	9,7	15	7,3	11,1	17,8	3,7	10	10,2	10,4	7,1	20,7
<i>Alopecurus pratensis</i>	0,2	0,4			0,4									
<i>Avenula pubescens</i>	0,8	2,8	4,5	2,3	2,1	4,2	9	5,5						
<i>Briza media</i>	0,3	0,2			0,1									
<i>Dactylis glomerata</i>	9,4	1,2	3,1	4,9	2	7	3,9	3,5	9,5	8,6	6,9	7,1	9,8	8,3
<i>Deschampsia caespitosa</i>		0,2			0,2									0,1
<i>Elytrigia repens</i>	0,1		0,7		0,3		0,2	0,5	0,9		0,2	1,4		

<i>Festuca arundinacea</i>											0,2			
<i>Festuca pratensis</i>	4,2	3,1	3,5		7,4	6,6	8,2	3,4	1,5	2,5	2,5	3,9	6,1	10,8
<i>Festuca rubra</i>		4,3	3,9	13,9	3,7	0,7	2,3	9,1	8,9	10,6	9,4	11,6	7,7	15,7
<i>Phleum pratense</i>		0,1				0,2						0,5	0,1	
<i>Poa pratensis</i>	12,3	4,3	6,7	16,4	7,3	14,1	11,3	9,6		2,8	9,3	15,1	7,4	13,8
<i>Trisetum flavescens</i>					2,6	0,4					0,8			
<i>Lathyrus pratensis</i>	3,2	1,8	2,2	1,8	1,6	1,3	1,4	0,1	2,8	2	0,5	1,4	0,3	0,1
<i>Lotus corniculatus</i>	0,2											2	0,1	
<i>Medicago lupulina</i>		1,5	1,4			2,4					1		0,1	
<i>Trifolium alpestre</i>		2,4	3	0,4	1,4	0,2	0,4	0,3	1,6		0,5		0,5	
<i>Trifolium hybridum</i>										0,2				
<i>Trifolium pratense</i>		1,5	12,8	3	3,9	5,6	5,9	2,5	2	3	2,8	0,7	2,1	2
<i>Trifolium repens</i>		4,9	27,5	6,1	11,3	19,5	19,2	9,4	17,7	1,2	24,5	15,2	32,3	7,9
<i>Trifolium spadiceum</i>	0,4	0,6						0,1						
<i>Vicia cracca</i>	1	4,9	3,5	5,4	3,8	0,4	0,6	3,7	5,8	10,2	2,4	3,3	0,7	1,9
<i>Vicia sepium</i>	0,2	0,4	1,5	0,6	1,1	3,3	0,3				0,8	0,4	0,2	0,1
<i>Acetosa pratensis</i>		1,4	0,6	1,8	1,3	1,5	0,8	3,8	0,1		0,6	0,9	0,8	0,6
<i>Aegopodium podagraria</i>	1,7	3	1,8	0,2					0,1					
<i>Achillea millefolium</i>	1,6	2,4	0,7	1,9	0,4	0,8	2,6	1,6	1,2	1,5	1,6	2,4	4,7	1,8
<i>Alchemilla xanthochlora</i>		6,6	3,3	3,4	3,4	4,8	6,7	7,9	2,4	3,7	6,1	7,2	4	3,4
<i>Anthriscus sylvestris</i>								0,2						
<i>Arabis sp.</i>	0,1	0,3	0,3	1,1	0,1	0,4	0,2	0,8						
<i>Archangelica sylvestris</i>											0,2			
<i>Campanula patula</i>	0,1	0,5	0,3	0,6	0,2	0,1	0,1	0,4	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1
<i>Carex sp.</i>		0,5		0,9										
<i>Carum carvi</i>														
<i>Centaurea jacea</i>	7,8	3,8	2		0,6	0,1	0,4	0,3	1,4	3,1	1,7	0,9	0,2	0,1
<i>Cirsium arvense</i>			1,1											
<i>Cirsium eriophorum</i>	1,6	0,2						1,6						
<i>Cirsium palustre</i>		2	0,9	1,9	4,6		0,4	0,5	0,4	3,9	2,7	1,3	2,9	0,5
<i>Cirsium rivulare</i>	2			1,7	1,7	1,3	1,1		0,3	0,1	1,6			1,3
<i>Crepis biennis</i>	0,1	2,9	0,4	0,7	1,1	0,7	0,2	0,1		0,2				
<i>Crepis conyzifolia</i>		0,8	0,1	0,1	0,2		0,1			1,3	0,1			
<i>Cruciata leavipes</i>	1,3	2,4	1,4	2,6	2,4	1,7	1,2	2,6	0,1	0,5	0,1			
<i>Daucus carota</i>		1,2	0,5	0,5	0,1	0,4	0,1	0,3				0,1	0,1	0,1
<i>Euphrasia roskoviana</i>									0,2	1,3		0,1		
<i>Fillipendula ulmaria</i>	11,5	2,1	0,3	2,3	1,7	1,4	0,3	0,6	0,5	0,2	0,4	0,4		0,1
<i>Galeopsis tetrahit</i>	0,2													
<i>Galium mollugo</i>	5,8	2,5	1	0,5	4,2	2,2	1,3	0,4	2,1	1,7	2,2	0,2	3,6	1
<i>Galium uliginosum</i>	0,1				0,5		0,2	0,1				0,1		
<i>Geranium pratense</i>										0,2	0,1	0,1		0,1
<i>Geranium sylvaticum</i>	0,8	1,4	0,1	0,1	0,3	0,2								
<i>Geum rivulare</i>	1,6	1,2		0,1	1	0,2	0,1	0,3						0,6
<i>Heracleum sphondylium</i>								0,3						
<i>Hypericum perforatum</i>	7,8	3,7	1,7	3,2	3,1	0,6	0,4		1,6	1,7	0,4	0,3	0,8	0,1
<i>Jacea scabiosa</i>														

<i>Leontodon autumnalis</i>			0,2	0,2					0,5	2,9	0,1	0,1		0,1
<i>Leontodon hispidus</i>					0,4						0,1			
<i>Leucanthemum vulgare</i>	0,1	1,6			0,3			0,1	0,2		0,1		0,1	
<i>Luzula sp.</i>								1,1						
<i>Lychnis flos-cuculi</i>			0,1				0,1							
<i>Origanum vulgare</i>	1,7													
<i>Petasites hybridus</i>	2	0,7	0,2						0,1					
<i>Picea abies</i>	0,2													
<i>Pimpinella saxifraga</i>			0,6					0,1	3,2	1,8	0,2	0,5	0,7	0,3
<i>Plantago lanceolata</i>							0,4					0,1	0,1	0,1
<i>Plantago major</i>		0,4	0,1					0,1				0,1	0,1	0,1
<i>Plantago media</i>									0,1				0,2	0,1
<i>Ranunculus acris</i>	0,1	2	0,8	1,2	1,6	1,5	0,2	0,2	0,1	0,4	0,1	0,3	0,1	0,1
<i>Ranunculus auricomus</i>				0,1				0,1						
<i>Silene dioica</i>		0,3				0,1	0,2	0,2					0,1	
<i>Silene viscosa</i>			0,1											
<i>Taraxacum officinale</i>		1	0,7	1,5		0,3	2,1	3	1,6	2,2	2,3	4,8	1,2	2
<i>Tithymalus cyparissias</i>		0,1			0,4	0,3	0,1				0,1	0,1	0,1	
<i>Tragopogon orientalis</i>	0,3	2	0,7	0,7	0,6	1,1	0,4	1,3	1,2	2,2	1,2	1,7	0,8	0,6
<i>Valeriana officinalis</i>	0,1	0,9	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	1,5	0,1	0,2	0,2	0,7	0,3
<i>Verbascum densiflorum</i>														0,1
<i>Veronica chamaedrys</i>	3,5	4,3	3,4	3,4	1,6	4,2	4,3	3,2	0,1	0,1	2,1	0,7	0,1	0,6
<i>Viola lutea</i>	0,1			0,1										
<i>Viola tricolor</i>		0,4	0,2	0,2	0,2	0,5	0,7	0,4			0,1		0,1	0,1

Pozn.: /II – druhá kosba, /III – tretia kosba

Tab. 5 Priemerný počet druhov v rokoch 2013 – 2015

Variant/Rok	1	2	3	4	5	6	7	8
2013	39	41	48	44	45	43	44	50
2014	41	43	42	42	49	43	43	47
2015	38	48	46	44	43	48	46	55

Záver

Počas troch experimentálnych rokov sme na čiastočne zrevitalizovanom trávnom poraste sledovali floristické zmeny po aplikácii revitalizačných zásahov. V prvom roku sa diferencie týkali najmä skupiny obhospodarovovaných porastov vo vzťahu ku nevyužívanej kontrole (opustený trávny porast). V nasledujúcich dvoch rokoch sa už začalo floristické zloženie v jednotlivých variantoch kreovať na základe spôsobu a intenzity jednotlivých zásahov. Vo využívaných porastoch sa znižoval podiel tráv ale najmä bylín. Štatistickým riešením bol zistený vplyv pratotechniky (kosenie, mulčovanie, absencia využívania) na redukciu bylín, pričom v zmysle tejto interpretácie bolo štatisticky preukazne relevantným faktorom kosenie. Už v druhom roku sme zaznamenali vzostup leguminóz, a to hlavne v prvých využitíach na hnojených porastoch (varianty 3, 6, 7, 8). Nárast leguminóz počas trojročného obdobia bol najdynamickejší vo variante 6 (dve kosby, N 45 + PK), ale najmä v dvojkosnom variante 3, hnojenom PK (2013 - 6,7 % ; 2014 - 21 %, 2015 - 51,9 %). Zvyšovanie podielu trávnej zložky bolo zaznamenané najmä vo variantoch hnojených dávkou N 90 kg.ha⁻¹.rok⁻¹. Najnižšia druhová diverzita bola evidovaná na nevyužívanom poraste, a to vo všetkých troch experimentálnych rokoch. Na jej nárast mal vplyv najmä spôsob

pratotechniky, a to hlavne kosenie. Z hľadiska intenzity využívania sa pri porovnávaní s absenciou exploatácie vo vzťahu k zvyšovaniu rastlinných druhov v porastoch najvýznamnejšie prejavil trojkosný spôsob. Obe tvrdenia mali štatisticky významnú preukaznosť.

Literatúra

1. FOLKMAN, I.: Stabilita floristického zloženia trávneho porastu pri striedavej intenzite hnojenia. Rostlinná výroba, 27, č. 11, 1981, s. 1165 – 1172
2. FOLKMAN, I. - JANČOVIČ, J.: Vplyv striedavej intenzity dusíkatého hnojenia na stabilitu floristického zloženia trávneho porastu. Poľnohospodárstvo, r. 37, č. 11 – 12, 1991, s. 913 – 922
3. FRYČEK, A. - KRÁLOVEC, J. - PRACH, K.: Výsledky dlhodobého výzkumu výživy pratocenoz z hľadiska ekologického a ekonomického. In: Súčasný poznatky v produkcii a využití trávnych porastov. Banská Bystrica, 1992, s. 145 – 155
4. HARPOLE, W.S. -, SULLIVAN, L.L. - LIND, E.M. - FIRN, J. - ADLER, P.B. - BORER, E.T. *et al.*: Addition of multiple limiting resources reduces grassland diversity. *Nature*, 2016, 537, 93–96.
5. HECTOR, A. *et al.*: Plant diversity and productivity experiments in European grasslands. *Science* (Washington, DC.) 28, 1999, p. 1123–1127
6. JANČOVIČ, J.: Vybrané biologické, produkčné a kvalitatívne charakteristika trávnych porastov zväzu Cynosurion ovplyvnené hnojením. Monografia, SPU Nitra, 1999, 93 s. ISBN 80-7137-601-9
7. LICHNER, S.: Krmovinárstvo. VŠP Nitra, 1989, 311 s.
8. REICH, P.B. - KNOPS, J. - TILMAN, D. - CRAINE, J. - ELLSWORTH, D. - TJOELKER, S. - LEE, T. - NAEEM, S. - WEDIN, D. - BAHAUDDIN, D. - HENDREY, G. - JOSE, S. - WRAGE, K. - GOTH, J. – BENGSTON, W.: Plant diversity enhances ecosystem responses to elevated CO₂ and nitrogen deposition. *Nature* (London), 2001, 410:809–81
9. SLÁVIKOVÁ, D. - KRAJČOVIČ, V.: Ochrana biodiverzity a obhospodarovanie trvalých trávnych porastov CHKO BR Poľana 2. Bratislava : IUCN, 1998, 205 s.
10. STOHLGREN, T.J. - BARNETT, D.T. – KARTESZ, J.T.: The rich get richer: Patterns of plant invasions in the United States. *Front. Ecol. Environ.* 2003, 1:11–14
11. TAFF, GN. - MÜLLER, D. - KUEMMERLE, T. - OZDENERAL, E. - WALSH, S.J. : Reforestation in Central and Eastern Europe after the breakdown of socialism. In: H. Nagendra J. Southworth. *Reforesting Landscapes: Linking Pattern and Process*. Landscape Series 10. Springer Netherlands., 2010, pp 121–147., DOI:10.1007/978-1-4020-9656-3
12. TILMAN, G.D. - J.A. DOWNING, J.A.: Biodiversity and stability in grasslands. *Nature* (London). 1994, 367:363–365
13. TILMAN, G.D. - D. WEDIN, J. – KNOPS, J.: Productivity and sustainability influenced by biodiversity in grassland ecosystems. *Nature* (London), 1996, 379:718–720
14. VOZÁR, L.: Možnosti využitia prerušovaného a striedavého hnojenia dusíkom na poloprirodných trávnych porastoch. Dizertačná práca. Nitra : SPU, 2003, 121 s.

Kontaktná adresa

Mgr. Ľubomír Hanzes, PhD., Ing. Norbert Britaňák, PhD., Ing. Iveta Ilavská, PhD. NPPC Lužianky – VÚTPHP, RVP Litovský Hrádok. Gašperikova 599, 033 01 Liptovský Hrádok, lubomir.hanzes@nppc.sk

VPLYV RÔZNYCH VARIANTOV HNOJENIA ĽANIČNÍKA SIATEHO NA VÝŠKU ÚROD, VÝŠKU RASTLÍN A OBSAH OLEJA

COMPARISON OF DIFFERENT FERTILIZATION VARIANTS ON CAMELINA SATIVA YIELD, PLANT HEIGHT AND OIL CONTENT

Peter HOZLÁR¹ - Katarína MATÚŠKOVÁ¹ - Petra ONDREJÍČKOVÁ² - Elena HÁJEKOVÁ³ -
Ľudmila JORÍKOVÁ⁴

¹ The National Agricultural and Food Centre, Research Institute of Plant Production, Research
and Breeding Station Víglaš-Pstruša

³ Slovak University of Technology in Bratislava, Faculty of Chemical and Food Technology,

⁴ VÚRUP a.s.

Abstract

Oilseed plant *Camelina sativa*, the member of mustard (Brassicaceae) family, represents re-emerging low input oilseed energy crop with sustainable agronomic characteristics and environmental attractiveness. *Camelina* is a short-season crop adapted to the cool temperate regions of Europe, Asia, and North America. Although no original Slovak varieties are known to be preserved, *Camelina* recently attracts interest of Slovak agronomists and biofuel producers as it possesses many traits that make it an ideal candidate for the crop rotation schemes even on marginal lands and subsequent utilization for oil production. As a potential feedstock for the production of bio-components to fuels *Camelina* can contribute to achieve the increase of GHG savings. Main focus of this study was aimed to examine the effect of different fertilization conditions on *Camelina sativa* yield, plant height and oil content in Slovak region. Additionally, comparison study of two available varieties Zuzana (Czech variety) and Smilowska (Polish variety) was performed. Field trials evaluating 12 fertilization variants were conducted on spring 2018 and 2019 (as part of a long-term stationary experiment, founded in 1957), at the Research and Breeding Station Víglaš-Pstruša, Slovakia. Nitrogen doses varied from 0, 40, 80, 120 to 150 kg.ha⁻¹ and were split into one to four dosages with or without P and K fertilizers. If fertilized with P and K, these were applied once prior to the seeding. The evaluated factors were: (A) – fertilization (12 fertilization variants), (B) – *Camelina* varieties (Zuzana, Smilowska) and (C) – year of study (2018, 2019). The influence of all factors on the yield, the height of plant and the oil content were assessed through multi-factor ANOVA. The study showed that fertilization with nitrogen and phosphorous has positive impact on seed yield, which is in accordance to the literature. Fertilization with nitrogen has positive effect on plant height. The growing conditions of individual year/season have largely influenced the seed yield as well as the height of the plants. It has been observed that oil yield is strongly related to temperature and precipitation conditions in individual year as well as the presence of fertilizers and type of *Camelina* variety.

Keywords: *Camelina sativa* (false flax), Fertilization, Seed yield, Oil content.

Súhrn

Ľaničník siaty (*Camelina sativa*), jednoročná rastlina z čeľade kapustovité (Brassicaceae), predstavuje obnovujúcu sa nízkovstupovú olejnatú energetickú rastlinu s udržateľnými agronomickými charakteristikami, prospešnú pre životné prostredie. Ľaničník siaty je plodina s krátkou vegetačnou dobou prispôsobená chladným miernym regiónom Európy, Ázie a Severnej Ameriky. Aj keď nie sú známe žiadne pôvodné slovenské odrody, ľaničník siaty v poslednom čase priťahuje záujem slovenských agrónomov a výrobcov biopalív, pretože má veľa vlastností, vďaka ktorým je ideálnym kandidátom pre programy

striedania plodín aj na okrajových územiach a je vhodný pre využitie na výrobu ropy. Ako potenciálna východisková surovina na výrobu biozložiek pre palivá, môže ľaničník siaty prispieť k dosiahnutiu zvýšenia úspor skleníkových plynov. Cieľom tejto práce bolo skúmať vplyv rôznych úrovní hnojenia na výšku úrod ľaničníka siateho, výšku rastlín a obsah oleja v regióne Slovenska. Ďalej bola vykonaná porovnávacia štúdia dvoch dostupných odrôd Zuzana (česká odroda) a Smilowska (poľská odroda). Na jar 2018 a 2019 (ako súčasť dlhodobého stacionárneho experimentu založeného v roku 1957) sa na výskumno šľachtiteľskej stanici Víglaš-Pstruša uskutočnili poľné pokusy s 12 variantmi hnojenia. Dávky dusíka sa pohybovali od 0, 40, 80, 120 do 150 kg.ha⁻¹ a boli rozdelené do jednej až štyroch dávok s hnojivami P₂O₅ a K₂O alebo bez nich. Hnojenie P₂O₅ a K₂O sa aplikovalo jednorázovo na jar pred sejbou. Hodnotené faktory boli: (A) - hnojenie (12 variantov hnojenia), (B) - odrody ľaničníka siateho (Zuzana, Smilowska) a (C) - rok založenia pokusu (2018, 2019). Vplyv všetkých faktorov na výšku úrod, výšku rastlín a obsah oleja sa hodnotil pomocou viacfaktorovej analýzy ANOVA. Výsledky pokusu ukázali, že hnojenie dusíkom a fosforom má pozitívny vplyv na výšku úrod semien, čo je v súlade s literatúrou. Hnojenie dusíkom preukázalo pozitívny vplyv na výšku rastlín. Pestovateľské podmienky každého roku / sezóny do značnej miery ovplyvnili výšku úrod semien, ako aj výšku rastlín. Z výsledkov práce vyplýva, že výťažok oleja silne súvisí s teplotami a zrážkovými podmienkami v každom roku skúšania, ako aj s variantom hnojenia a typom odrody ľaničníka siateho.

Kľúčové slová: camelina sativa (ľaničník siaty), hnojenie, úroda, obsah oleja.

Úvod

Ľaničník siaty (*Camelina sativa*) je jednoročná rastlina z čeľade kapustovité (Brassicaceae). Existujú dve formy, a to jarná a ozimná. Výška rastlín je medzi 30 až 90 centimetrov. Listy sú väčšinou podlhovasté, 2-8 centimetrov dlhé, zvyčajne bez stoniek. Kvety sú malé, svetlo žlté. Semená sú malé, žltkasto-hnedé, zvyčajne 2 až 3 milimetre dlhé. (Putnam a kol., 1993, Francis a Warwick 2009). Semená obvykle pozostávajú z 38 až 43% oleja a 27 až 32% proteínov (Gugel a Falk 2006). Literárne zdroje potvrdzujú, že obsah oleja v semenách ľaničníka siateho by mohol byť vyšší ako 42% vrátane vysokého obsahu nenasýtených mastných kyselín. (Zubr, Matthäus, 2002; Abramovič, Abram, 2005; Berti a kol., 2011). Ľaničník siaty nie je náročný na stanovište a hodí sa do všetkých výrobných oblastí. Patrí k najskorším plodinám s krátkou vegetačnou dobou v priemere asi 3,5 mesiaca. Dá sa pestovať aj ako medziplodina. Odolnosť proti chorobám a škodcom je vysoká pri použití jednoduchej agrotechnológie (Stražil, 2008). Pestovanie ľaničníka siateho na semeno na našom území je hlavne pre použitie v nepotravinárskom priemysle. Používa sa hlavne na výrobu oleja, prísad do biopalív alebo biopalív pre motory s dieselovým motorom, na výrobu farieb, lakov a podobne. Predpokladom rozšírenia ľaničníka siateho na našom území bude účinné riadenie výroby a spracovania osiva. Je dôležité vyvinúť správnu pestovateľskú technológiu a odporučiť ju pre prax.

Materiál a metódy

V pokuse boli použité dve odrody ľaničníka siateho (*Camelina sativa*). Odroda Zuzana (česká odroda) a odroda Smilowska (poľská odroda). Odroda Zuzana je jarná forma ľaničníka siateho, nenáročná na pestovateľské technológie a na výživu. Uznaná bola v roku 2013. Vyšľachtená bola pracovníkmi Výzkumného ústavu pícninárského, spol. s r.o. Troubsko a Zemědělského výzkumu spol. s r.o. Troubsko. Je vhodná na pestovanie na všetkých typoch pozemkov okrem kyslých a zamokrených pôd. Je typická rýchlym počiatočným vývojom, preto je vhodným konkurentom voči burinám v skorých fázach. Prednosťou odrody je krátka vegetačná doba. Odroda sa vyznačuje dobrou odolnosťou voči chorobám a škodcom. Je stredne odolná voči plesni belostnej (*Albugo candida*). Odroda je samoopelivá, ale veľmi

dobre reaguje na opelenie. Priemerná úroda je cca 1,5 t / ha žltó-oranžových semien, pričom obsah oleja dosahuje 35 – 40%. V oleji je vysoké zastúpenie vitamínu E. Veľký podiel z mastných kyselín má kyselina linolová. Kvalitou je olej porovnateľný s ľanovým olejom, avšak obsahuje viac netradičných mastných kyselín ako je napr. kyselina myristová. Využitie získaného oleja je hlavne v potravinárskom a kozmetickom priemysle. Odroda Smilowska je skorá jarná forma ľaničníka siateho, pôvodom z Poľska, nižšieho vzrastu. Je to veľmi dobrá odroda pre výrobu ľaničníkového oleja. Nenáročná na klimatické aj pôdne podmienky.

Jarné odrody ľaničníka siateho Zuzana a Smilowska sa pestovali na pokusných poliach v Národnom poľnohospodárskom a potravinárskom centre, Výskumnej a šľachtiteľskej stanici vo Vígľaši - Pstruši na Slovensku (48 ° 33'20"N 19 ° 17'41"E) ako súčasť dlhodobého stacionárneho pokusu, ktorý bol založený v roku 1957. Pokus bol založený v dvoch vegetačných obdobiach, rok 2018 a rok 2019, v slovenských pestovateľských podmienkach. Pokusné parcelky boli široké 1,25 m a dlhé 6 m, s výmerou 7,5 m². Pokus bol založený v dvoch opakovaníach pri každom variante hnojenia. Počet riadkov na pokusnej parcelke bolo 10, výsevok 10 kg.ha⁻¹.

Pokus bol založený na 12 variantoch hnojenia, ktoré sú uvedené v tabuľke 1. Dávky dusíka na variantoch hnojenia sa pohybovali od 0, 40, 80, 120 do 150 kg.ha⁻¹ s kombináciami P₂O₅ a K₂O a bez nich. Kombinácie P₂O₅ a K₂O sa aplikujú jednorazovo na jar pred sejbou. Dusíkaté hnojenie sa rozdelilo na základné hnojenie, regeneračné hnojenie, produkčné a kvalitatívne hnojenie.

Ľaničník siaty bol vysiaty v polovici apríla 2018 a na začiatku marca 2019 maloparcelkovou sejačkou Ojord. Semená ľaničníka siateho sa zberali v polovici júla kombajnom. Analyzoval sa obsah vlhkosti. Pri hodnotách nad 15% sa vzorky sušili na vzduchu. Pozorovali sa agronomické charakteristiky a vplyv hnojív na kvalitu plodín, výška rastlín a výška úrod semien (t. ha⁻¹).

Tab. 1 Varianty hnojenia

Varianty hnojenia	Dávky a forma minerálnej výživy (kg.ha ⁻¹)		
	N (NH ₄ NO ₃)	P (P ₂ O ₅)	K (K ₂ O)
11	0	0	0
12	0	60	60
13	40	60	60
14	80	60	60
15	120	60	60
16	150	60	60
21	0	0	0
22	120	0	0
23	40	0	0
24	80	0	0
25	80	60	0
26	80	0	60

Lisovanie semien Camelina za studena pre ďalšie analýzy sa uskutočňovalo na lisovacej jednotke Farnet Farmer 10 1FM. Obsah oleja sa stanovil na vzorkách rokov 2018 a 2019 extrakčnou metódou n-hexánom a gravimetrickou analýzou. Zložky mastných kyselín boli stanovené pomocou GC chromatografie. Analýzy acylových profilov ľaničníkových olejov sa uskutočňovali podľa normy EN 14105 na detektore Agilent 7890A vybavenom stĺpcom s prívodným blokom a detektorom FI.

Pozorované parametre úroda, výška a obsah oleja boli hodnotené v dvoch pokusných rokoch (2018, 2019) a v dvoch opakovaníach na 12 hladinách minerálnej výživy. Úrodnosť zrna bola prepočítaná na 15 % obsah vody v zrne.

Výsledky boli vyhodnotené trojfaktorovou analýzou rozptylu (ANOVA), kde variant hnojenia, odroda a rok boli uvažované ako zdroje variability. Na určenie štatisticky významných rozdielov medzi jednotlivými skupinami bol použitý Tukeyho HSD test mnohonásobného porovnania na hladine významnosti $\alpha=0,05$.

Na matematicko-štatistické spracovanie údajov pomocou trojfaktorovej analýzy ANOVA bol použitý štatistický balík STATGRAPHICS plus 5.1.

Výsledky a diskusia

Štatisticky najviac preukazný vplyv na variabilitu úrody semena ľanovníka siateho malo dusíkaté hnojenie. Ako najoptimálnejšie varianty hnojenia sa preukázali varianty NPK (120-0-0), NPK (120-60-60) a NPK (80-0-60). Tieto varianty hnojenia sa v priemerných úrodách oboch rokov štatisticky významne odlišovali ($p<0,01$) od ostatných variantov hnojenia (tab.2). Z výsledkov je jasné, že P a K hnojivá sú efektívne len v kombinácii s N hnojivami. Už pri aplikácii 40 kg N.ha⁻¹ (NPK 40-60-60) došlo k zvýšeniu úrod semena u oboch odrôd (graf 1, graf 2), čo predstavovalo zvýšenie úrody semien o 19,4 % oproti variantu hnojenia (NPK 0-60-60).

Odrody ľanovníka siateho reagovali odlišne na N hnojenie. Vplyv odrody na výšku úrody semena oboch rokov však nebol štatisticky preukazný. Zaujímavé výsledky sme zaznamenali pri variante hnojenom NPK (120-0-0) v porovnaní s variantom s pridaním fosforu a draslíka NPK (120-60-60). Odroda Zuzana zareagovala veľmi citlivo a úroda pridaním fosforu a draslíka klesla v roku 2019 o 20%. Pri odrode Smilowska sme tento jav zaznamenali v oboch rokoch. V roku 2018 došlo k zníženiu úrody semena o 20 %, no v roku 2019 už len o 4 % (graf 1, graf 2).

Úrodu semena štatisticky vysoko preukazne ($p<0,01$) ovplyvnil rok pestovania. Úrodový potenciál českej odrody Zuzana bol v roku 2018 vyšší o 20,5 % v porovnaní s rokom 2019. Úrodový potenciál poľskej odrody Smilowska bol v roku 2018 vyšší až o 26,5 % oproti roku 2019 (graf 1, graf 2).

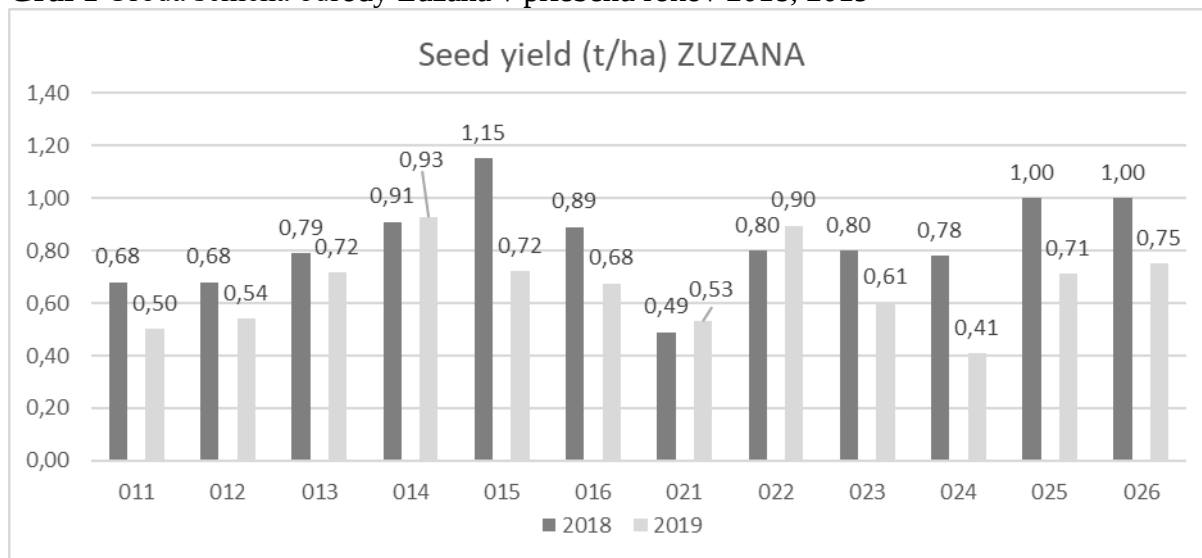
Tab. 2 Priemerné hodnoty úrody semena odrôd, výšky a obsahu oleja v oboch rokoch v jednotlivých variantoch hnojenia

Fertilization variants	Seed yield (t.ha ⁻¹)	Height plants (cm)	Oil content (%)
011 (NPK 0-0-0)	0,54 ^{ab}	72,1 ^{ab}	38,17 ^b
012 (NPK 0-60-60)	0,58 ^{abc}	71,5 ^{ab}	34,82 ^{ab}
013 (NPK 40-60-60)	0,79 ^{bcd}	82,4 ^{cd}	36,46 ^{ab}
014 (NPK 80-60-60)	0,83 ^{cd}	86,2 ^{cd}	33,54 ^{ab}
015 (NPK 120-60-60)	0,88 ^d	88,7 ^d	33,65 ^{ab}
016 (NPK 150-60-60)	0,76 ^{bcd}	87,9 ^d	31,17 ^a
021 (NPK 0-0-0)	0,45 ^a	68,8 ^a	35,15 ^{ab}
022 (NPK 120-0-0)	0,89 ^d	80,1 ^{bcd}	33,19 ^{ab}
023 (NPK 40-0-0)	0,72 ^{abcd}	79,7 ^{bcd}	34,41 ^{ab}
024 (NPK 80-0-0)	0,69 ^{abcd}	76,2 ^{abc}	34,65 ^{ab}
025 (NPK 80-60-0)	0,85 ^{cd}	82,7 ^{cd}	34,48 ^{ab}
026 (NPK 80-0-60)	0,87 ^d	82,6 ^{cd}	33,72 ^{ab}
$\bar{x}$	0,74	79,9	34,45

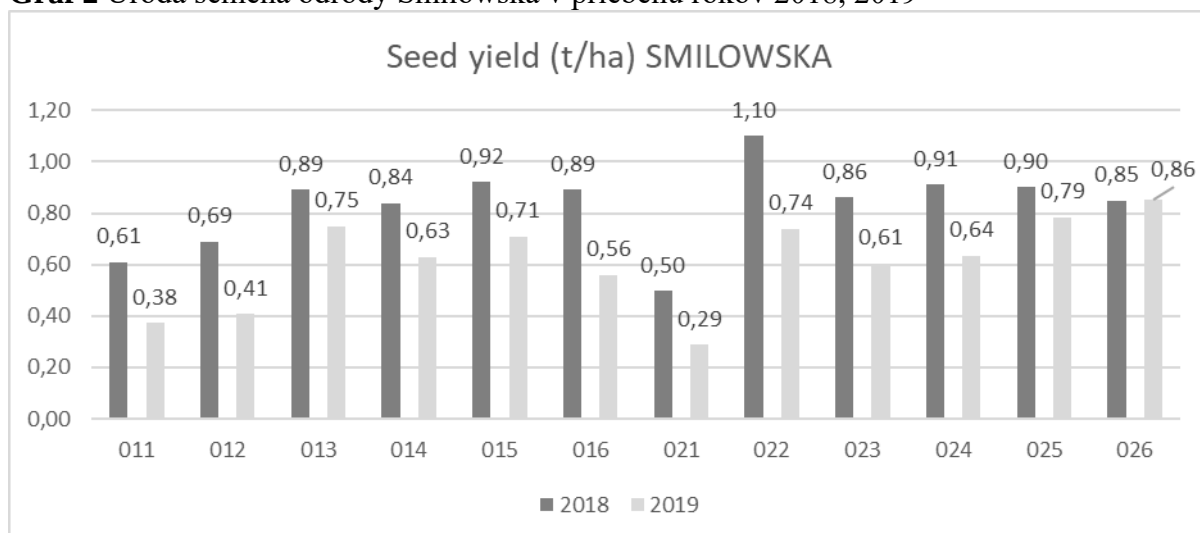
Priemery v rámci stĺpca s rozdielnymi koeficientmi (a,b,c,d) sú štatisticky významne odlišné na hladine významnosti $\alpha=0,01$.

Variety hnojenia mali v našom pokuse štatisticky vysoko preukazný vplyv ($p < 0,01$) aj na výšku rastlín (tab. 2). Obe odrody zaradené v pokuse dosiahli, v priemere dvoch rokov, najvyššiu výšku pri najvyšších dávkach hnojenia N v kombinácii s P a K (120-60-60; 150-60-60) (tab. 2, graf 3, 4). Najmenší vplyv na výšku rastlín ľaničníka siateho mali samozrejme variety hnojenia s najnižšími dávkami NPK (0-0-0), NPK (0-60-60). Vplyv odrody a ročníka na výšky rastlín nebol štatisticky preukazný.

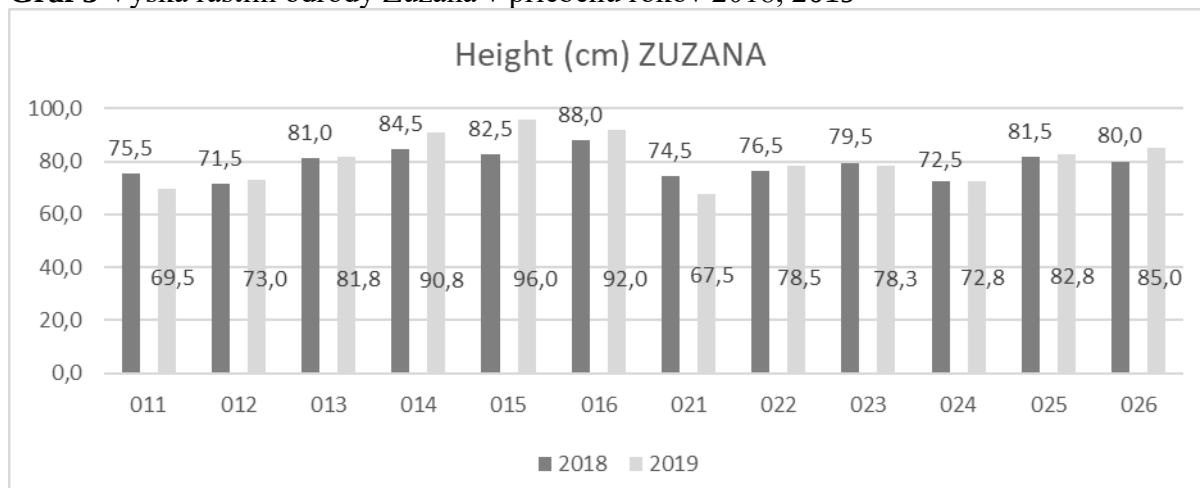
Graf 1 Úroda semena odrody Zuzana v priebehu rokov 2018, 2019



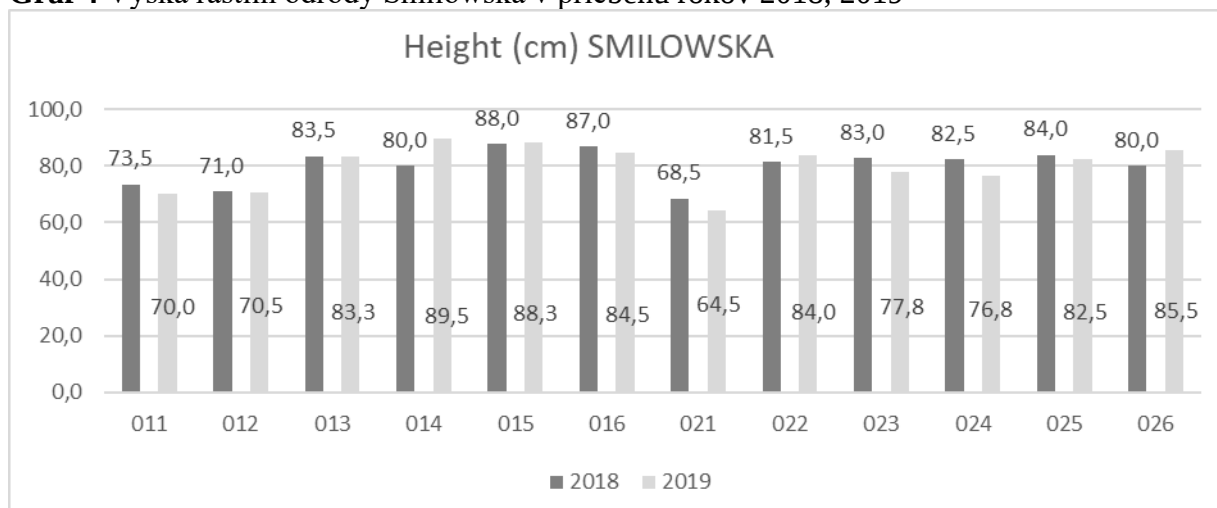
Graf 2 Úroda semena odrody Smilowska v priebehu rokov 2018, 2019



Graf 3 Výška rastlín odrody Zuzana v priebehu rokov 2018, 2019

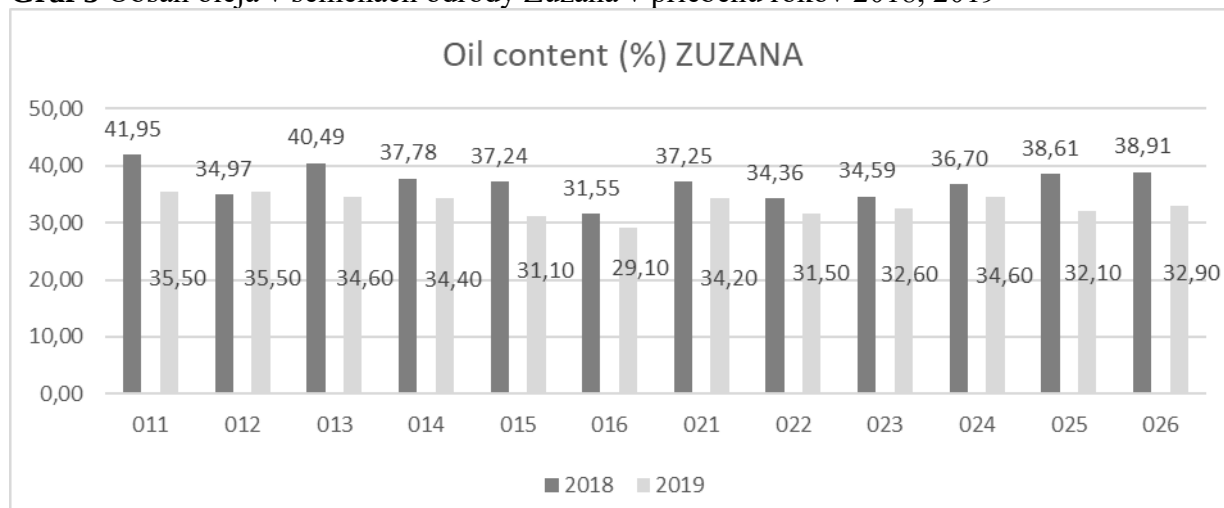


Graf 4 Výška rastlín odrody Smilowska v priebehu rokov 2018, 2019

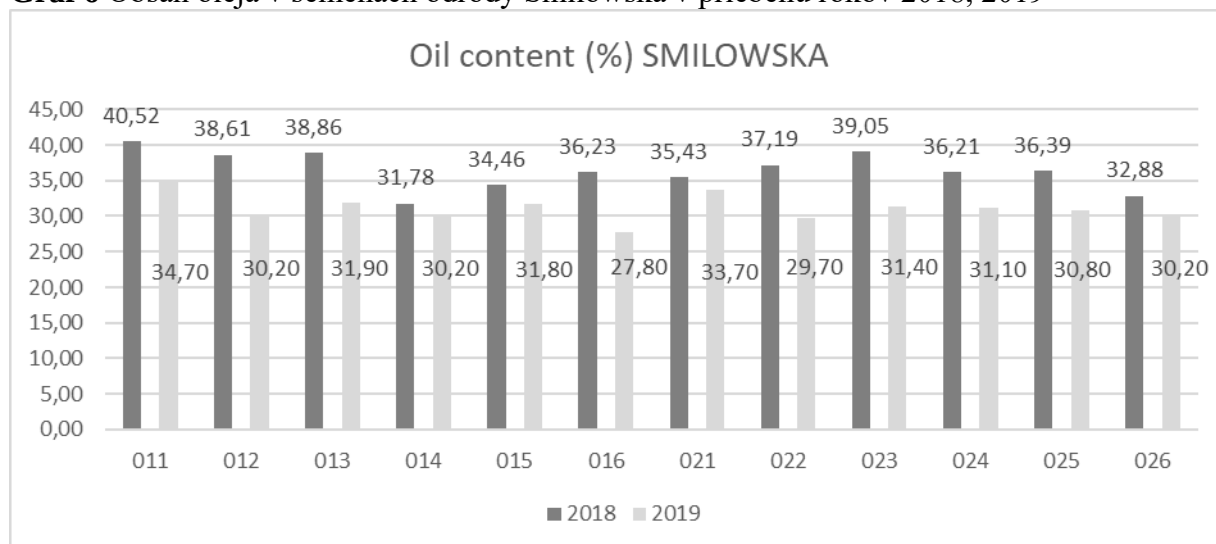


Varianty hnojenia mali štatisticky vysoko preukazný vplyv ($p < 0,01$) na obsah oleja. Dusíkaté hnojenie znížilo obsah oleja odrôd v priemere dvoch rokov skúšania z 38,17 % na 31,17 % (tab.2). Najvyšší obsah oleja v semenách ľanovníka siateho bol zaznamenaný u odrody Zuzana pri variante výživy NPK (0-0-0) v roku 2018. Naopak najnižší opäť u odrody Zuzana, no pri variante výživy NPK (150-60-60) (graf 5, 6).

Graf 5 Obsah oleja v semenách odrody Zuzana v priebehu rokov 2018, 2019



Graf 6 Obsah oleja v semenách odrody Smilowska v priebehu rokov 2018, 2019



Obsah oleja v semenách rastlín kolísal v závislosti na ročníku. Rok mal v našom pokuse štatisticky vysoko preukazný vplyv ($p < 0,01$) na obsah oleja (graf 5,6). Najnižšie percentuálne zastúpenie oleja v semenách bolo u oboch odrôd zaznamenané v roku 2019, kedy počasie počas obdobia dozrievania (jún, júl) bolo veľmi teplé a suché ($+3,85^{\circ}\text{C}$; $-37,9$ mm oproti dlhodobému normálu). Obsah oleja v tomto roku bol v priemere oboch odrôd 32,15 %, čo je o 4,6 % menej oproti roku 2018.

Odroda mala štatisticky preukazný vplyv ($p < 0,05$) na obsah oleja. Vyššie obsahy oleja v semenách rastlín ľaničníka siateho sme počas dvoch rokov zaznamenali u českej odrody Zuzana (graf 5,6).

Z nášho pokusu vyplýva, že dusík je najdôležitejšia živina zvyšujúca úrodu semena ľaničníka siateho. Zvyšujúce sa dávky N hnojenia mali pozitívny vplyv na nárast úrod semena. Pozitívny účinok vyšších dávok dusíka na výšku úrody ľaničníka siateho bol potvrdený aj v štúdiách ďalších autorov (Jiang et al., 2013; Jiang et al., 2014; Sintim et al., 2015). Optimálnu dávku dusíka pre ľaničník siaty stanovili Jiang a kol. (2013) na 120 až 160 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Výskum uskutočnený v Nemecku potvrdzuje, že najvyššiu úrodu semena ($2,28 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$) z jarnej formy ľaničníka dosiahli pri kombinácii hnojív s dávkou N 80 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ pri výseve 400 semien na m^2 (Agegnehu and Honermeier, 1996). To sa potvrdilo aj v našom pokuse, kde sme zaznamenali najvyššie úrody v priemere dvoch rokov a oboch odrôd vo variantoch hnojenia

NPK (120-0-0), NPK (120-60-60) a NPK (80-0-60). Karčauskiene et al., 2014 rovnako potvrdzujú pri letnej forme ľaničníka siateho najvyššiu dosiahnutú úrodu semena pri dávke N 90 kg.ha⁻¹. Môžeme teda zhodnotiť, že vyššie dávky dusíka (nad 120 kg.ha⁻¹) pri letnej forme ľaničníka siateho nemajú význam pre ďalšie zvyšovanie úrody semena. V našom pokuse pri variante hnojenia NPK (150-60-60) nebola dosiahnutá vyššia úroda semena pri žiadnej zo sledovaných odrôd.

V pokuse sme zaznamenali tiež jav, kde pri hladine N 120 kg.ha⁻¹, dochádza pridaním fosforu a draslíka k zníženiu úrod. Solisa et al., 2013 rovnako vo svojej štúdii sledovali výšku úrod semena ľaničníka siateho v rôznych kombináciach dusíka s fosforom (P na úrovni 0, 50, 100 kg.ha⁻¹). Maximálnu úrodu semena ľaničníka siateho dosiahli pri variante s pridaním P 0 kg.ha⁻¹.

Výška rastlín ľaničníka siateho bola jednoznačne ovplyvnená variantom hnojenia. U oboch odrôd v priemere dvoch rokov skúšania došlo k zvýšeniu výšky rastlín v dôsledku vplyvu minerálnej výživy približne o 19 cm. Výsledky potvrdzuje aj kolektív autorov Urbaniak, 2008, ktorí tvrdia, že výška rastlín, úroda semena, obsah oleja a obsah bielkovín sú závislé na dávke dusíka. Aj v našom pokuse obe odrody v priemere rokov skúšania dosiahli najvyššiu výšku pri najvyššej dávke hnojenia v kombinácii NPK.

Veľa autorov (Agegnehu, Honermeier, 1996; Malhi et al., 2014) uviedlo, že dusíkaté hnojenie znížilo obsah oleja v semenách ľaničníka siateho. To sa potvrdilo aj v našom pokuse. Môžeme konštatovať, že u oboch odrôd v priemere oboch rokov skúšania vyššie dávky dusíka N 40-150 kg.ha⁻¹ znižovali obsah oleja oproti dávke N 0 kg.ha⁻¹ o 7 % (tab.2). Stražil (2008) vo svojej publikácii uvádza vplyv teplého a suchého počasia na zníženie obsahu oleja v semenách rastlín ľaničníka siateho. Môžeme zhodnotiť, že aj v našom pokuse v ročníku 2019 malo takéto počasie vplyv na obsah oleja v semenách. Toncea a kol. 2013, rovnako uvádzajú, že obsah oleja v semenách ľaničníka siateho väčšinou závisí aj od poveternostných podmienok ročníka pestovania plodiny.

Záver

Ľaničník siaty je vhodná plodina pre pestovanie v našich pestovateľských podmienkach pri nízkych vstupoch do produkčného procesu. Na základe výsledkov našej práce môžeme odporučiť pre pestovanie letnej formy ľaničníka siateho dávku dusíkatého hnojenia na úrovni 80-120 kg.ha⁻¹. Pri vyšších dávkach N hnojenia dosahovali rastliny ľaničníka najvyššiu výšku rastlín, čo ale viedlo k následnému poliehaniu rastlín a tým k stratám na úrode semien. Obsah oleja v semenách rastlín ľaničníka siateho bol ovplyvnený najmä charakterom počasia počas dozrievania a z časti aj výberom odrody. N hnojenie ovplyvňovalo obsah oleja v opačnom smere a to pri zvyšovaní dávky N dochádzalo k znižovaniu obsahu oleja v semenách.

Literatúra

1. ABRAMOVIČ, H. – ABRAM, V.: Physico-chemical properties, composition and oxidative stability of Camelina sativa oil. Food Technology and Biotechnology, 2005, 43 (1): 63–70.
2. AGEGNEHU M. – HONERMEIER, B.: Effects of seeding rates and nitrogen fertilization on seed yield, seed quality and yield components of false flax (Camelina sativa Crtz.). Die Bodenkultur, 1996, 48 (1): 2–20.
3. BERTI, M. – WILCKENS, R. – FISHER, S. – SOLIS, A. – JOHNSON, B.: Seeding date influence on camelina seed yield, yield components, and oil content in Chile. Industrial Crops and Products, 2011, 34: 1358–1365.

4. FRANCIS, A. – WARWICK, S.I.: The biology of Canadian weeds. 142. *Camelina alyssum* (Mill.) Thell.; *C. microcarpa* Andr. ex DC.; *C. sativa* (L.) Crantz. Canadian Journal of Plant Science, 2009, 89: 791–810.
5. GUGEL, R. K. and FALK, K. C.: Agronomic and seed quality evaluation of *Camelina sativa* in western Canada. Can.J. Plant Sci., 2006, 86: 1047–1058.
6. JIANG, Y. – CALDWELL, C. D. – FALK, K. C.: *Camelina* seed quality in response to applied nitrogen, genotype and environment. Canadian Journal of Plant Science, 2014, 94: 971–980.
7. JIANG, Y. – CALDWELL, C. D. – FALK, K. C. – LADA, R. R. – MACDONALD, D.: *Camelina* yield and quality response to combined nitrogen and sulfur. Agronomy Journal, 2013, 105: 1847–1852.
8. KARČAUSKIENĖ, D. – SENDŽIKIENĖ, E. – MAKAREVIČIENĖ, V. – AKAREVIEČIENĖ, ZALECKAS, E. – ALECKAS, REPŠIENĖ, R. – AMBRAZAITIENĖ, D.: False flax (*Camelina sativa* L.) as an alternative source for biodiesel production. Zemdirbyste-Agriculture, 2014, vol. 101, No. 2: 161–168. ISSN 1392-3196
9. MALHI, S.S. – JOHNSON, E. N. – HALL, L. M. – MAY, W. E. – PHELPS, S. – NYBO, B.: Effect of nitrogen fertilizer application on seed yield, N uptake, and seed quality of *Camelina sativa*. Canadian Journal of Soil Science, 2014, 94 (1): 35–47
10. PUTNAM, D. H. – BUDIN, J. T. – FIELD, L. A. – BREENE, W. M.: *Camelina*: A promising low-input oilseed. New Crops. Wiley, 1993, New York, NY: 314–322.
11. SINTIM, H. Y. – ZHELJAZKOV, V. D. – OBOUR, A. K. – GARCIA, A. G. – FOULKE, T. K.: Influence of nitrogen and sulfur application on *Camelina* performance under dryland conditions. Industrial Crops and Products, 2015, 70: 253–259.
12. SOLISA, A. – VIDALA I. – BURTON, L.P. – JOHNSON, L. – BERTI, M.T.: *Camelina* seed yield response to nitrogen, sulfur, and phosphorus fertilizer in South Central Chile; Industrial Crops and Products, 2013, Volume 44: 132–138.
13. STRAŠIL Z.: Základy pěstování a možnosti využití lničky seté. Metodika pro praxi. Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., 2008, Praha 6 – Ruzyně.
14. TONCEA I. – NECSERIU, D. – PRISECARU, T. – BALINT, L-N. – GHILVACS, M-I – POPA, M.: The seed's and oil composition of *Camelia* – first romanian cultivar of *camelina* (*Camelina sativa*, L. Crantz). Romanian Biotechnological Letters. 2013, Vol. 18, No. 5: 8594–8602
15. URBANIAK, S. – CALDWELL, C. – ZHELJAZKOV, V. – LADA, R. – LUAN, L.: The effect of cultivar and applied nitrogen on the performance of *Camelina sativa* L. in the Maritime Provinces of Canada. Canadian Journal of Plant Sciences, 2008, 88 (1): 111–119.
16. ZUBR, J. – MATTHÄUS, B.: Effects of growth conditions on fatty acids and tocopherols in *Camelina sativa* oil. Ind. Crops Prod., 2002, 15: 155–162.

Pod'akovanie

Táto práca bola podporovaná Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe Zmluvy č. APVV-16-0097.

Kontaktná adresa

Ing. Peter Hozlár, PhD., NPPC-VURV-VŠS Vígľaš-Pstruša, Vígľaš-Pstruša 334, 962 12 Detva, tel.: 00421 45 53 94 541; peter.hozlar@nppc.sk. Ing. Petra Ondrejčíková, PhD., Združenie Energy 21, Trnavská cesta 1033, 920 41 Leopoldov, ondrejickova@enviengroup.eu. doc. Ing. Elena Hájeková, PhD., Slovenská technologická Univerzita v Bratislave, Oddelenie organickej technológie, katalýzy a ropy, 812 37 Bratislava elena.hajekova@stuba.sk. Ing. Ľudmila Joríková, VURUP a.s., 820 03 Bratislava, ludmila.jorikova@vurup.sk

**PRODUKČNÝ POTENCIÁL LENORU A TATRANU – PRVÝCH
SLOVENSKÝCH ODRÔD *FESTULOLIUM* A. ET GR. V PRVOM
ÚŽITKOVOM ROKU**
PRODUCTION POTENTIAL OF LENOR AND TATRAN– FIRST SLOVAK
CULTIVARS OF *FESTULOLIUM* A. ET GR. IN FIRST PRODUCTION
YEAR

Peter HRIC – Ľuboš VOZÁR – Peter KOVÁR

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Fakulta agrobiológie a potravinových
zdrojov, Katedra rastlinnej výroby a trávnych ekosystémov

Abstract

The aim of this experiment was to compare production potential of the first Slovak cultivars of *Festulolium* A. et Gr. – Lenor and Tatran with previously bred cultivars. The experiment was realized at the Demonstrating and Research Base of Department of Plant Production and Grassland Ecosystems, Slovak Agricultural University in Nitra (Slovak Republic) in 2018. We compared new intergeneric hybrid Lenor (fescue type) with Felina and Hykor. Another Slovak hybrid Tatran (ryegrass type) compared with Lofa. In the first cut both Slovak cultivars achieved lower dry matter yield than control cultivars. At the time of the second cut, Lenor had higher dry matter yield than Felina and Hykor. The last cut was characterized by a non statistically higher dry matter yield Lenor compared to Felina. In the sum of 3 cuts reached Lenor non statistically higher dry matter yield than Hykor. On the contrary, Tatran recorded non statistically significant lower production than Lofa.

Key words: grasses, *Festulolium*, dry matter yield, Lenor, Tatran

Súhrn

Cieľom experimentu bolo porovnať produkčný potenciál prvých slovenských odrôd *Festulolium* A. et Gr. – Lenoru a Tatranu so skôr vyšľachtenými odrodami v prvom úžitkovom roku. Pokus sa realizoval v Demonštračnej a výskumnej báze Katedry rastlinnej výroby a trávnych ekosystémov Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre (Slovenská republika) v roku 2018. Porovnávali sme novovyšľachtený hybrid Lenor (festucoidný charakter) s Felinou a Hykorom. Ďalším slovenským hybridom bol Tatran (loloidný charakter) porovnávaný s Lofou. Na prvej kosbe dosiahli obe slovenské odrody nižšiu produkciu suchej nadzemnej fytomasy ako kontrolné odrody. V termíne druhej kosby mal Lenor nepreukazne vyššiu produkciu ako Felina a Hykor. Posledná kosba bola charakteristická nepreukazne vyššou produkciou suchej nadzemnej fytomasy Lenoru v porovnaní s Felinou. V sume kosieb dosiahol Lenor nepreukazne vyššiu produkciu ako Hykor. Naopak Tatran zaznamenal nepreukazne nižšiu produkciu ako Lofa.

Kľúčové slová: trávny, *Festulolium*, produkcia suchej nadzemnej fytomasy, Lenor, Tatran

Úvod

Medzirodové hybridy tráv (*Festulolium* A. et Gr.) považujeme za prirodzené alebo umelé medzigeneračné hybridy, vznikajúce z druhov tráv patriacich do dvoch rodov: kostrava (*Festuca* L.) a mätonoh (*Lolium* L.). Hlavným cieľom ich vzniku v procese šľachtenia je kombinovanie určitých predností oboch rodičov, a to mätonohu mnohokvetého (*Lolium multiflorum* Lam.) alebo mätonohu trváceho (*Lolium perenne* L.) s kostravou lúčnou (*Festuca pratensis* L.) alebo s kostravou trsteníkovitou (*Festuca arundinacea* Schreb.) (Ghesquière et al., 2010).

Festulolium A. et Gr. našli uplatnenie v mnohých systémoch. Uplatňujú sa hlavne v poľnohospodárstve ako krmné trávy, vhodné na kŕmenie pre široké spektrum hospodárskych zvierat (Macleod et al., 2013; Humphreys et al., 2014). Všestranné využitie a vhodnosť na krmné účely vyplýva z ich chemického zloženia, pomeru a štruktúry živín, ale aj ich biologickej hodnoty a dietetických vlastností (Gálik et al., 2018). Vyznačujú sa dobrým produkčným potenciálom i vysokou výživnou hodnotou. Odolnosť voči stresom (chlad, sucho, privalové dažde) a dobre vyvinutá koreňová sústava ich predurčujú na pestovanie do rôznych, často aj extrémnych pôdných a klimatických podmienok (Macleod et al., 2013; Humphreys et al., 2014). Hybridy sú vďaka schopnosti rásť pri nízkych teplotách vhodnými rastlinami pre zimné pasenie zvierat, patria k vytrvalým a nenáročným krmovinám (Boberfeld a Banzhaf, 2006). Okrem iného môžu byť využité aj v bioplynových staniciach (Prochnow et al., 2009).

Cieľom príspevku bolo porovnať produkčný potenciál skôr vyšľachtených odrôd a prvých, resp. novovyšľachtených odrôd medzirodových hybridov tráv.

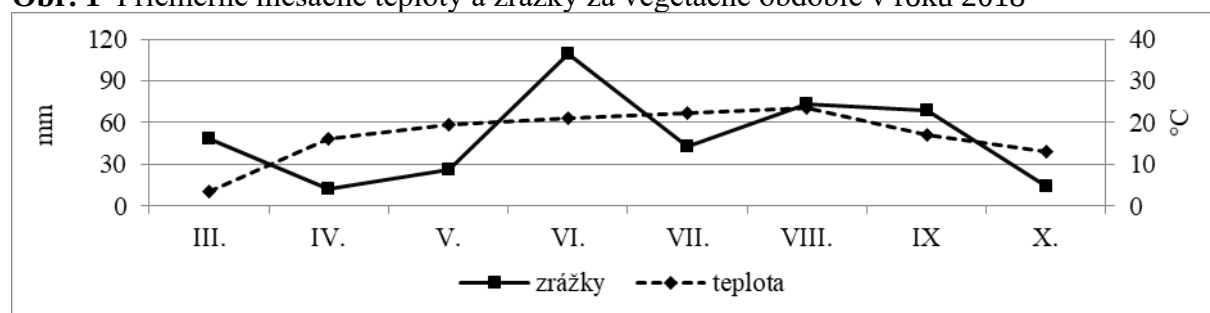
Materiál a metódy

Experiment sa realizoval v Demonštračnej a výskumnej báze Katedry rastlinnej výroby a trávnych ekosystémov FAPZ SPU v Nitre (Slovenská republika) v roku 2018. Experimentálna plocha sa nachádza v miernom klimatickom pásme teplej a suchej oblasti. Priemerná ročná teplota dosahuje 9,7 °C a priemerný ročný úhrn zrážok je 561 mm (Babošová a Noskovič, 2014). Priebeh poveternostných podmienok v sledovanom období znázorňuje obrázok 1. Pôdnym typom je ílovito-hlinitá fluvizem. Agrochemické vlastnosti pôdy pokusného stanovišťa pred založením porastu uvádzame v tabuľke 1.

Tab. 1 Agrochemické vlastnosti pôdy pokusného stanovišťa

N _t	P	K	Mg	Ca	C _{ox}	pH
mg.kg ⁻¹					g.kg ⁻¹	
1 823,2	58,3	336	541	6 067	7,7	6,78

Obr. 1 Priemerné mesačné teploty a zrážky za vegetačné obdobie v roku 2018



Zdroj: Bulletin Meteorológia a Klimatológia (upravené)

V experimente sa sledovalo 5 odrôd:

1. *Festulolium pabulare* (festucoidný charakter) cv. Felina
2. *Festulolium pabulare* (festucoidný charakter) cv. Hykor
3. *Festulolium pabulare* (festucoidný charakter) cv. Lenor
4. *Festulolium pabulare* (loloidný charakter) cv. Lofa
5. *Festulolium pabulare* (loloidný charakter) cv. Tatan

Felina (registrovaná v roku 1988) je prvý český medzirodový hybrid tráv. Vznikla krížením mätonohu mnohokvetého a kostravy trstovníkovitej (kostravový charakter). Je vzrastovo vyššia, trvacia, odolná voči vymŕzaniu a dobre znáša sucho (Kováč et al., 2002).

Hykor (registrovaný v roku 1991) vznikol krížením mätonohu mnohokvetého a kostravy trst'ovníkovitej (kostravový charakter). Patrí medzi vzrastovo vyššie a vytrvalé trávy. Je odolný voči vymrzaniu, dobre znáša suchu (Kováč et al., 2002).

Lenor (registrovaný v roku 2015) je prvý slovenský medzirodový hybrid tráv. Vznikol krížením mätonohu mnohokvetého a kostravy trst'ovníkovitej (kostravový charakter). Má rýchly jarný rast s dobrou odolnosťou voči mrazu a suchu. Má jemné listy a je vhodný aj na pastvu (Bašta, 2017).

Lofa (registrovaná v roku 1997) vznikla krížením mätonohu mnohokvetého a kostravy trst'ovníkovitej (mätonohový charakter). Je to vyššia tráva s rýchlym jarným rastom (Kováč et al., 2002).

Tatran (registrovaný v roku 2018) je prvý slovenský medzirodový hybrid tráv mätonohového charakteru. Vznikol krížením mätonohu mnohokvetého a kostravy trst'ovníkovitej. Je stredne vysoký, stredne neskorý a ma dobré olistenie (Hric, 2018).

Nami zvolené kontrolné odrody (Felina, Hykor a Lofa) boli taktiež zaradené v štátnych odrodových skúškach ÚKSÚP (VCU a DUS skúšky) pri hodnotení Lenoru a Tatranu.

Pokus bol založený 4. apríla 2017. Veľkosť parcelky bola 1,5 x 2 m (3 m²) v troch opakovaníach. Výsevok bol 30 kg.ha⁻¹. Na jeseň 2017 sa aplikovalo hnojivo Slovcerit (14-9-10) v dávke 50 kg. ha⁻¹ N. Na jar v roku 2018 sa hnojilo Travceritom (15-3-8) v množstve 60 kg.ha⁻¹ dusíka. Následne sa aplikoval dusík aj po 1. a 2. kosbe v dávke po 50 kg.ha⁻¹ N formou hnojiva Travcerit (15-3-8).

Termín kosby sa určoval podľa fenofázy začiatku klasenia, resp. metania. V oboch sledovaných rokoch na porastoch medzirodových hybridov tráv festucoidného charakteru (Felina, Hykor a Lenor) boli realizované 3 kosby. Porasty loloidného charakteru (Lofa a Tatran) boli kosené 2x v hodnotenom roku. Termíny kosieb sú uvedené v tabuľke 2. V jesennom období sa realizovala dočist'ovacia kosba. Pokosená čerstvá nadzemná fytomasa sa odvážila a sušila pri teplote 105 °C. Následne sa vážením a prepočtom určila produkcia suchej nadzemnej fytomasy jednotlivých odrôd.

Tab. 2 Termíny kosieb porastov v roku 2018

<i>xFestulolium</i>	1. kosba	2. kosba	3. kosba
Festucoidný charakter	7. máj	18. jún	7. august
Loloidný charakter	14. máj	18. jún	-

Výsledky boli vyhodnocované pomocou štatistického softvéru STATISTICA 7.1 complete CZ jednofaktorovou analýzou rozptylu (ANOVA) s následným testovaním preukaznosti rozdielov Fisherovým LSD testom pri 95 % hladine pravdepodobnosti ($\alpha = 0,05$).

Výsledky a diskusia

Produkcia suchej nadzemnej fytomasy medzirodových hybridov tráv festucoidného charakteru v roku 2018 je uvedená v tabuľke 3. V termíne prvej kosby dosiahla nepreukazne najvyššiu úrodu Felina (3,62 t.ha⁻¹) v porovnaní s Hykorom (3,48 t.ha⁻¹) a Lenorom (3,11 t.ha⁻¹). V poľných pokusoch v termíne prvej kosby Gáborčík a Žibritová (2006) zistili vyššiu produkciu sušiny odrody Hykor ako Felina. V štátnych odrodových skúškach dosiahol hybrid Lenor približne o 7 % nižšiu úrodu suchej nadzemnej fytomasy ako kontrolné odrody Felina a Hykor (Bašta, 2015). Nasledujúca kosba bola charakteristická poklesom produkcie sledovaných odrôd. Nepreukazne najvyššou úrodou suchej nadzemnej fytomasy sa prezentovala slovenská odroda Lenor (2,44 t.ha⁻¹) v porovnaní s produkciou Hykoru (2,03 t.ha⁻¹) a Feliny (2,03 t.ha⁻¹). Podobné rozdiely produkcie sušiny medzi danými odrodami sa dosiahli aj v nádobovom pokuse (Hric et al., 2018a). Trend postupného znižovania produkcie s nárastom počtu kosieb nasledoval aj v poslednej kosbe. V sume všetkých troch kosieb nepreukazne vyššou produkciou nadzemnej fytomasy (o 0,08 t.ha⁻¹) prezentovala

odroda Felina v porovnaní s Lenorom. Bašta (2015) v Štátnych odrodových skúškach zistil o 5 % nižšiu produkciu nadzemnej fytomasy pri odrode Lenor v porovnaní s kontrolnými odrodami Felina a Hykor. V poľných pokusoch s medzirodovými hybridmi Ježíková et al. (2000), Černoch et al. (2004), Boberfeld a Banzhaf (2006), Gutmane a Adamovics (2006), Gáborčík a Žibritová (2006) zistili vyššiu produkciu suchej nadzemnej fytomasy na odrode Hykor ako na Feline. Rataj et al. (1997), Houdek a Jambor (2010) dospeli k opačnému zisteniu.

Tab. 3 Produkcia suchej nadzemnej fytomasy ($\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$) odrôd *xFestulolium* (festucoidný charakter) v roku 2018

Odroda	1. kosba	2. kosba	3. kosba	Suma
Felina	3,62 ^a	2,03 ^a	1,21 ^a	6,86 ^a
Hykor	3,48 ^a	2,15 ^a	0,85 ^b	6,48 ^a
Lenor	3,11 ^a	2,44 ^a	1,23 ^a	6,78 ^a

Rozdielne indexy (a, b, c) pri hodnotách v stĺpcoch znamenajú štatisticky preukazný rozdiel (Fisherov LSD test; $\alpha = 0,05$).

Tabuľka 4 dokumentuje produkciu suchej nadzemnej fytomasy *xFestulolium* loloidného charakteru v roku 2018. Prvá kosba bola charakteristická pomerne vysokou produkciou od $4,78 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (Tatran) do $5,20 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (Lofa). Zistené rozdiely neboli štatisticky významné. Druhá a zároveň posledná kosba prezentovala výrazným poklesom produkcie suchej nadzemnej fytomasy (o $3,87$ až $3,98 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$). Takisto aj tieto rozdiely boli nepreukazné. Bolo to pravdepodobne spôsobené nižším úhrnom zrážok, resp. vyšším úhrnom zrážok, ale za veľmi krátky časový úsek (graf 1). V sume oboch kosieb dosiahol porast odrody Lofa o $0,73 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ nepreukazne vyššiu úrodu ako slovenský hybrid Tatran. V nádobovom pokuse (Hric et al., 2018b) v sume všetkých kosieb boli dané odrody približne rovnako produkčné.

Tab. 4 Produkcia suchej nadzemnej fytomasy ($\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$) odrôd *xFestulolium* (loloidný charakter) v roku 2018

Odroda	1. kosba	2. kosba	Suma
Lofa	5,20 ^a	1,22 ^a	6,42 ^a
Tatran	4,78 ^a	0,91 ^a	5,69 ^a

Rozdielne indexy (a, b) pri hodnotách v stĺpcoch znamenajú štatisticky preukazný rozdiel (Fisherov LSD test; $\alpha = 0,05$).

Záver

Hodnotením produkčného potenciálu prvých slovenských medzirodových hybridov tráv (Lenor a Tatran) so skôr vyšľachtenými odrodami (Felina, Hykor a Lofa) sme zistili, že slovenské odrody dosahujú porovnateľnú, resp. vyššiu produkciu suchej nadzemnej fytomasy ako skôr registrované zahraničné odrody.

Literatúra

1. BABOŠOVÁ, M. – NOSKOVIČ, J. 2014. Kvalita atmosférických zrážok v oblasti mesta Nitra-Dolná Malanta, Nitra: SPU, 65 s.
2. BAŠTA, Ľ. 2015. Výsledky hospodárskej hodnoty odrody Lenor. ÚKSUP: Bratislava.
3. BAŠTA, Ľ. 2017. Nové odrody ďateliny lúčnej a tráv. In: Naše pole, roč. 21, č. 7, 2017, s. 26 – 27.
4. BOBERFELD, W. O. – BANZHAF, K. 2006. Yield and Forage Quality of Different *xFestulolium* Cultivars in Winter. In Journal of Agronomy and Crop Science, vol. 192, no. 4, 2006, p. 239 – 247.

5. BULLETIN Meteorológia a Klimatológia (dostupné na http://www.shmu.sk/sk/?page=161_3&id= [cit. 2020-04-12]).
6. ČERNOCH, V. – HOUDEK, I. – CAPKA, R. 2004. Festulolium – grass for future. In Bericht über die 55. Tagung 2004 der Vereinigung der Pflanzenzüchter und Saatgutkaufleute Österreichs HBLFA Raumberg - Gumpenstein, 23. - 25. November 2004, p. 87–89.
7. GABORČÍK, N. – ŽIBRITOVÁ, I. 2006. Produkčná schopnosť kostravy trst'ovitej (*Festuca arundinacea* Schreb.) a jej medzirodových hybridov I. Analýza produkčného procesu a primárna produkcia. In Acta fytotechnica et zootechnica, roč. 9, č. 1, 2006, s. 14 – 20.
8. GÁLIK, B. – BÍRO, D. – ŠIMKO, M. – JURÁČEK, M. – ROLINEC, M. – HANUŠOVSKÝ, O. Krmivá vo výžive prežúvavcov a neprežúvavcov. 2018. Nitra: SPU, 2018, 134 s.
9. GHESQUIÈRE, M. – HUMPHREYS, M. W. – ZWIERZYKOWSKI, Z. 2010. Festulolium. In BOLLER, Beat – POSSELT, Ulrich K. – VERONESI, Fabio (eds.) Fodder Crops and Amenity Grasses: Handbook of Plant Breeding, vol. 5. New York: Springer-Verlag, p. 293 – 316.
10. GUTMANE, I. – ADAMOVICS, A. 2006. Productivity aspects of Festulolium and Lolium x boucheanum cultivars. In Proceedings of the 21st General Meeting of the European Grassland Federation vol. 11. Badajoz, Spain, 3-6 April 2006. Badajoz: Artes Gráficas Marcipa, p. 155–157.
11. HOUDEK, I. – JAMBOR, V. 2010. Festulolium Hybrids from Breeding Station Hladké Životice and their Quality. In: Proceedings of the 17th International Symposium of Forage Conservation, 17 – 19th March, 2010 Mendel University Brno. UVPS: Brno, p. 22 – 24.
12. HRIC, P. – VOZÁR, Ľ. – KOVÁR, P. – HRIC, J. 2018a. Growth-Production Parameters of the First Slovak Cultivar of Festulolium A. et Gr. In Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis, 66(3): 825–828.
13. HRIC, P. – VOZÁR, Ľ. – KOVÁR, P. – HRIC, J. 2018b. Produkčný potenciál slovenských medzirodových hybridov (*xFestulolium* A. et Gr.) tráv. In Vedecké práce Katedry rastlinnej výroby. Nitra: SPU, 2018, s. 76 – 79.
14. HUMPHREYS, M. W. – O'DONOVAN, S. A. – FARRELL, M. S. – GAY, A. P. – KINGSTON-SMITH, A. H. 2014. The potential of novel *Festulolium* (2n = 4x = 28) hybrids as productive, nutrient-use-efficient fodder for ruminants. In Food and Energy Security, vol. 3, iss. 2, p. 98 – 110.
15. JEŽÍKOVÁ, O. – TOMAŠKIN, J. – REPISKÁ, J. 2000. Úrodnosť a vytrvalosť vybraných odrôd tráv a ďateliny lúčnej v podhorskej oblasti. Poľnohospodárstvo (Agriculture), 46(2): 122–135.
16. MACLEOD, Ch. J. A. – HUMPHREYS, M. W. – WHALLEY, R. W. – TURNER, L. – BINLEY, A. – WATTS, Ch. W. – SKØT, L. – JOYNES, A. – HAWKINS, S. – KING, I. P. – O'DONOVAN, S. – HAYGARTH, P. M. 2013. A novel grass hybrid to reduce flood generation in temperate regions. In Scientific reports 3, Article number: 1683 [cit. 2020-04-23]. Dostupné na internete: <doi:10.1038/srep01683>.
17. PROCHNOW, A. – HEIERMANN, M. – PLOCHL, M. – LINKE, B. – IDLER, C. – AMON, T. 2009. Bioenergy from permanent grassland – a review: 1. Biogas. In Bioresour Technol, vol. 100, no. 21, 2009, p. 4931 – 4944.
18. RATAJ, D. – ILAVSKÁ, I. – ŽILÁKOVÁ, J. – STREŽO, P. 1997. Funkcia medzirodových hybridov tráv (*Festulolium*) v krmovinárstve horských a podhorských regiónov. In Poľnohospodárstvo (Agriculture), roč. 43, č. 4 – 5, 1997, s. 252 – 263.

PodĎakovanie

Tento príspevok bol podporený projektom GA SPU 23/2019 Potenciál využitia slovenských novovyšľachtených medzirodových hybridov tráv v meniacich sa podmienkach klímy.

Kontaktná adresa

Ing. Peter Hric, PhD., SPU v Nitre, Katedra rastlinnej výroby a trávnych ekosystémov, FAPZ SPU v Nitre, email: peter.hric@uniag.sk

**PRODUKCIA SUCHEJ NADZEMNEJ FYTOMASY LUCERNY SIATEJ
(*MEDICAGO SATIVA* L.) VO VYSOKOŠKOLSKOM
POĽNOHOSPODÁRSKOM PODNIKU SPU S.R.O. NA FARME
ŽIRANY**

**DRY MATER YIELD OF ALFALFA (*MEDICAGO SATIVA* L.) IN THE
UNIVERSITY AGRICULTURAL ENTERPRISE SUA S.R.O., ŽIRANY
FARM**

Peter HRIC – Ľuboš VOZÁR – Peter KOVÁR

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, Katedra rastlinnej výroby a trávnych ekosystémov

Abstract

The aim of this work was to evaluate dry matter yield of alfalfa in the University Agricultural Enterprise SUA s.r.o., Žirany Farm in year 2018. The object of evaluation were three treatments of alfalfa, namely Za vápenkou, Pod lesom a Za školou in the 3rd production year. Four cuts were realized. Samples were taken from 1m² area in 3 replicates from each treatment always before cut of alfalfa, either the day before mowing, respectively on the day of mowing. The fresh mass thus collected was dried as a standard and then the production of dry aboveground phytomass was determined by weight. The average of all treatments was found out significantly the highest production on 1st cut (7.38 t ha⁻¹) compared with production on 2nd – 4th cuts. In the following cuts the average dry matter yield of alfalfa gradually decreased. Treatment Pod lesom was statistically significantly the most productive (26.49 t ha⁻¹) compared to treatments Za školou (22.81 t ha⁻¹) and Za vápenkou (23.94 t ha⁻¹).

Key words: alfalfa, dry matter yield, cut

Súhrn

Cieľom práce bolo zhodnotiť produkciu suchej nadzemnej fytomasy lucerny siatej vo Vysokoškolskom poľnohospodárskom podniku SPU s.r.o. na farme Žirany v roku 2018. Objektom sledovania boli tri parcely (varianty) lucerny siatej, a to parcela Za vápenkou, Pod lesom a Za školou v treťom úžitkovom roku. Realizované boli 4 kosby. Vzorky sa odoberali z plochy 1m² v 3. opakovaní z každej lokality (variantu) vždy pred kosbou lucerny siatej a to buď deň pred kosbou, resp. v deň kosby. Takto pozberaná čerstvá hmota sa štandardne sušila a následne sa vážením určila produkcia suchej nadzemnej fytomasy. V priemere za všetky varianty bola zistená preukazne najvyššia produkcia na prvej kosbe (7,38 t.ha⁻¹) v porovnaní s výškou úrod na kosbách 2. – 4. V nasledujúcich kosbách sa priemerná hmotnosť suchej nadzemnej fytomasy lucerny siatej postupne znižovala. Štatisticky preukazne najproduktívnejšou lokalitou (variantom) bola parcela Pod lesom (26,49 t.ha⁻¹) v porovnaní s variantom Za školou (22,81 t.ha⁻¹) a Za vápenkou (23,94 t.ha⁻¹).

Kľúčové slová: lucerna siata, produkcia, kosba

Úvod

Lucerna siata (*Medicago sativa* L.) „alfalfa“ je pomenovanie spájané s koňom menom „alfalfa, pôvodom z jazykov pochádzajúcich z oblastí Arábie, Perzie a Kašmíru, vyjadrujúceho „najlepšie krmivo pre koňa“ a „silu koňa“ (Dan et al., 2001). Geografickým domovom sa často uvádza Irán (Majid, 2008). Práve tam sa našli viac ako 6000 rokov staré zvyšky lucerny siatej. Najstaršia písomná zmienka pochádza z Turecka z roku 1300 p. n. l. (Smýkal et al., 2015). Poľnohospodári a taktiež mnoho kultúr si ju cení pre svoju vysokú

produkcii, širokú adaptáciu a pozitívne výživné vlastnosti. Lucerna siata je jednou z najuniverzálnejších plodín na svete. Pestuje sa v prostrediach od horúcich púští až po chladné vysokohorské doliny (Jogezai et al., 2019). Má vysokú genetickú odolnosť voči mnohým škodcom, ktorá je výsledkom tradičného šľachtenia rastlín (Dennis et al., 2008). V dôsledku toho nepotrebuje každoročne veľké množstvo aplikovaných pesticídov v porovnaní s inými plodinami (Charles, 1998).

Lucerna siata patrí medzi najúrodnejšie bielkovinové viacročné a viackosné krmoviny pestované na ornej pôde (Holúbek et al., 2007). Okrem toho obohacuje pôdu o dusík. Taktiež vplyvom hlbokého koreňového systému púta živiny z hlbších vrstiev pôdy a ukladá ich do koreňového systému. Je typickou plodinou kukuričnej a repnej výrobnnej oblasti. V súčasnosti sa využíva hlavne na produkciu siláži a sena (Skládanka et al., 2014). Na zelené kŕmenie sa využíva najmä v drobnochovoch (Gálik et al., 2018). Zakvitnutý porast lucerny siatej poskytuje značné množstvá nektáru pre včely (Gálik et al., 2011).

V príspevku je zhodnotená produkcia suchej nadzemnej fytomasy lucerny siatej 3 lokalít na Vysokoškolskom poľnohospodárskom podniku SPU s.r.o. na farme Žirany v roku 2018.

Materiál a metódy

Predmetom skúmania boli porasty lucerny siatej v obci Žirany (okres Nitra) na Vysokoškolskom poľnohospodárskom podniku SPU s.r.o, farma Žirany. Obec Žirany sa nachádza na rozhraní úpätia pohoria Tribeč a Žitavskej pahorkatiny. Minimálna nadmorská výška v obci je 210 m n. m., maximálna nadmorská výška je 470 m n. m. (URL 1). Priemerné ročné teploty v obci sú okolo 9 °C a ročný úhrn zrážok je v priemere 600 mm, hoci v posledných rokoch sa prejavujú veľké lokálne výkyvy z dôvodu globálnych zmien. Čo sa týka vodnej bilancie, ročne chýba cca 100 až 150 mm zrážok. Počet dní so snehovou pokrývkou je asi 50.

Na parcelách, kde sú založené porasty lucerny siatej, majú pôdy charakter hnedozeme. Pôda je stredne ťažká až ťažká s pH 5,7 – 6,9. Priemerná ročná teplota sa pohybuje okolo 10°C a priemerný úhrn zrážok za rok 2018 bol 611 mm. V obci je priemerná nadmorská výška 250 m n. m. (URL 1).

Predmetom hodnotenia boli 3 lokality (varianty) porastov lucerny siatej v roku 2018:

1. Za vápenkou: výmera 13,69 ha
2. Pod lesom: výmera 19,98 ha
3. Za školou: výmera 5,96 ha

Lucerna siata sa siala po pšenici letnej f. ozimnej. Na jeseň v roku 2015 sa vykonala stredná orba. Na jar roku 2016 sa realizovalo smykovanie a následne sa parcely prihnojili NPK v dávkach 151-515-200 kg.ha⁻¹. Predsejbová príprava pôdy sa urobila kompaktorom. Po dôkladnej príprave sa siala lucerna siata v množstve 20 – 25 kg.ha⁻¹ do krycej plodiny, ktorou bol ovos. Ovos sa sial v množstve 70 – 80 kg.ha⁻¹. Na parcelách boli vysiate odrody Palava a Gyulia. V nasledujúcich úžitkových rokoch sa porasty na jar bránili ľahkými bránami a v prípade veľkej zaburinenosti sa použil herbicíd. Po druhej kosbe sa porasty lucerny prihnojili dusíkom v dávke 100 – 150 kg.ha⁻¹.

Hodnotili sme produkciu suchej nadzemnej fytomasy lucerny siatej v 3. úžitkovom roku. Vzorky sa odoberali z plochy 1m² v 3. opakovaní z každej lokality (variantu) vždy pred kosbou lucerny siatej a to buď deň pred kosbou, resp. v deň kosby. Termín prvej kosby, resp. prvého odberu vzoriek bol zrealizovaný v prvej polovici mája, konkrétne 8. mája 2018, druhá kosba sa vykonala 14. júna 2018, tretia kosba 28. júla 2018 a štvrtá kosba sa uskutočnila 6. septembra 2018. Kosby sa realizovali v čase butonizácie, resp. začiatkom kvitnutia. Takto odobraté vzorky sa sušili pri teplote 105 °C a následne sa vážením určila

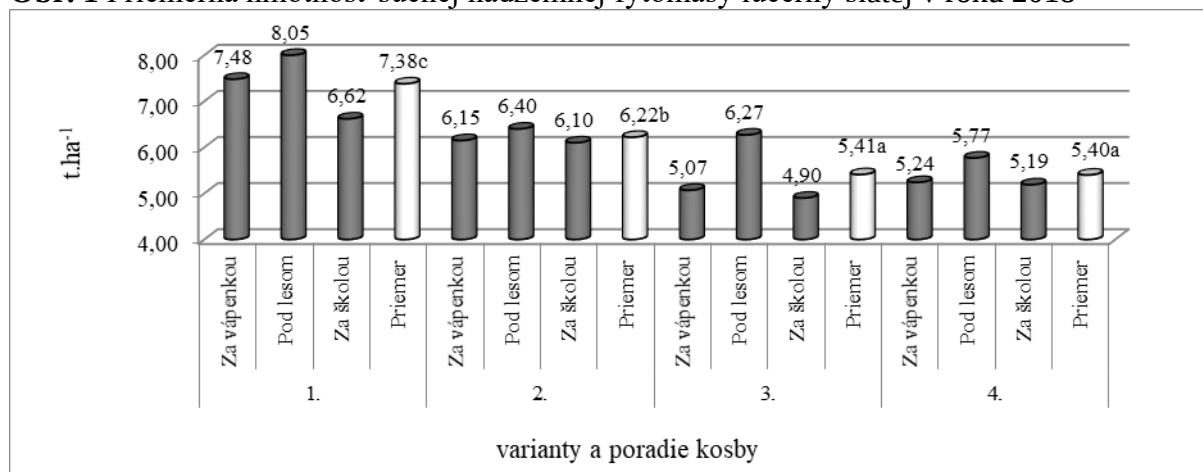
produkcia suchej nadzemnej fytomasy.

Štatistické hodnotenie sa realizovalo v programe STATISTICA 7.1 complete CZ (data analysis system). Využila sa jednofaktorová analýza rozptylu (ANOVA) s overením hodnovernosti rozdielov Fisherovým testom pri 95% hladine pravdepodobnosti ($P = 0,05$).

Výsledky a diskusia

Produkcia lucerny sietej v roku 2018 je vyjadrená priemernou produkciou suchej nadzemnej fytomasy (obr. 1). V termíne prvej kosby sa zaznamenala najvyššia produkcia na variante Pod lesom ($8,05 \text{ t.ha}^{-1}$). Zároveň to bola najvyššia dosiahnutá úroda v rámci všetkých variantov a kosieb v danom hodnotenom roku. Takisto aj v nasledujúcej kosbe opätovne sa najvyššou produkciou suchej nadzemnej fytomasy reprezentoval variant Pod lesom ($6,40 \text{ t.ha}^{-1}$) v porovnaní s variantom Za školou a Za vápenkou ($6,10$ a $6,15 \text{ t.ha}^{-1}$). Tretia kosba bola charakteristická vývojom podobných tendencií výšky úrod na sledovaných variantoch ako v predchádzajúcich kosbách. Variant Za školou dosiahol produkciu pod hranicu 5 t.ha^{-1} . V termíne poslednej kosby v roku 2018 sa zopakoval podobný trend vývoja výšky úrod lucerny sietej na hodnotených variantoch ako v prvých troch kosbách. V termíne prvej a tretej kosby boli zaznamenané výraznejšie rozdiely vo výške úrod lucerny sietej na jednotlivých variantoch. Produkcia v druhej a štvrtej kosbe bola v rámci variantov vyrovnannejšia. V priemere za všetky varianty bola zistená preukazne najvyššia produkcia na prvej kosbe ($7,38 \text{ t.ha}^{-1}$) v porovnaní s výškou úrod na kosbách 2. – 4. V ďalších kosbách sa priemerná hmotnosť suchej nadzemnej fytomasy lucerny sietej postupne znižovala. Môžeme to pripísať faktu postupného znižovania úrod (Lichner et al., 1983), resp. tomu, že najvyšší podiel na produkcii má práve prvá kosba (Gregorová a Malý, 2002). Podiel produkcie suchej nadzemnej fytomasy lucerny sietej na celoročnej úrode podľa jednotlivých kosieb je nasledovný: 1.kosba (30 %), 2. kosba (26 %), 3. a 4. kosba (zhodne po 22 %). Hrabě a Krausová (2004), Holúbek et al. (2007), Skládanka et al. (2014) uvádzajú, že pri štvorkosnom využití je podiel celoročnej produkcie na 1. – 4. kosbe nasledovný: 1. kosba približne 40 %, 2. kosba 28 – 30 %, 3. kosba 20 – 24 % a 4. kosba 10 – 12 %.

Obr. 1 Priemerná hmotnosť suchej nadzemnej fytomasy lucerny sietej v roku 2018



Rozdielne indexy (a, b, c) pri priemerných hodnotách znamenajú štatisticky preukazný rozdiel (Fisherov test, $\alpha = 0,05$).

Priemerná a celková produkcia suchej nadzemnej fytomasy lucerny sietej za jednotlivé varianty je uvedená v tab. 1. Variant Pod lesom dosiahol preukazne najvyššiu priemernú produkciu v roku 2018 ($6,62 \text{ t.ha}^{-1}$) v porovnaní s variantmi Za školou ($5,70 \text{ t.ha}^{-1}$) a Za vápenkou ($5,98 \text{ t.ha}^{-1}$). Celková produkcia suchej nadzemnej fytomasy lucerny sietej

bola preukazne najvyššia na variante Pod lesom (26,49 t.ha⁻¹) v porovnaní s variantmi Za školou (22,81 t.ha⁻¹) a Za vápenkou (23,94 t.ha⁻¹). Produkcia sušiny lucerny siatej dosahuje v priemere hodnoty 8 – 12 t.ha⁻¹ (Holúbek et al., 2007; Skládanka et al., 2014). Výnosový potenciál je však omnoho vyšší. Maximálna produkcia suchej hmoty presahuje aj hranicu 20 t.ha⁻¹ (Skládanka et al., 2014).

Tab. 1 Vplyv variantu na priemernú a celkovú produkciu suchej nadzemnej fytohmoty lucerny siatej v roku 2018

Variant	Priemerná produkcia suchej nadzemnej fytohmoty	Celková produkcia suchej nadzemnej fytohmoty
	t.ha ⁻¹	
Za vápenkou	5,98 ^a	23,94 ^a
Pod lesom	6,62 ^b	26,49 ^b
Za školou	5,70 ^a	22,81 ^a

Rozdielne indexy (a, b) v stĺpcoch pri hodnotách znamenajú štatisticky preukazný rozdiel (Fisherov test, $\alpha = 0,05$).

Záver

Na základe dosiahnutých výsledkov môžeme konštatovať, že celková produkcia suchej nadzemnej fytohmoty vo Vysokoškolskom poľnohospodárskom podniku SPU s.r.o. na farme Žirany v roku 2018, dosahovala hodnoty 22,81 – 26,49 t.ha⁻¹. Štatisticky preukazne najproduktívnejšou bola parcela Pod lesom s priemernou úrodou sušiny 26,49 t.ha⁻¹ v porovnaní s variantmi Za školou (22,81 t.ha⁻¹) a Za vápenkou (23,94 t.ha⁻¹).

Literatúra

- DAN, P. – RUSSELLE, M. – ORLOFF, S. – KUHN, J. – FITZHUGH, L. – GODFREY, L. – KIESS, A. – LONG, A. 2000. The importance and benefits of Alfalfa in the 21st Century. California Alfalfa and Forage Association, p. 4 – 19.
- DENNIS, E. – ELLIS, J. – GREEN, A. – LIEWELLYN, D. – MORELL, M. – TATE, L. – PEACOCK, J. 2008. Genetic contributions to agricultural sustainability. Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences 363, p. 591 – 699.
- GÁLIK, B. – BÍRO, D. – ŠIMKO, M. – JURÁČEK, M., HORNIÁKOVÁ, E. – ROLINEC, M. 2011. Nutričná charakteristika krmív. Nitra: SPU, 2011, 101.
- GÁLIK, B. – BÍRO, D. – ŠIMKO, M. – JURÁČEK, M. – ROLINEC, M. – HANUŠOVSKÝ, O. 2018. Krmivá vo výžive prežúvavcov a neprežúvavcov. Nitra: SPU, 2018, 134 s.
- GREGOROVÁ, H. – MALÝ, O. 2002. Poľné krmoviny. Nitra: SPU, 125 s.
- HOLÚBEK, R. – JANČOVIČ, J. – GREGOROVÁ, H. – NOVÁK, J. – ĐURKOVÁ, E. – VOZÁR, Ľ. 2007. Krmovinárstvo – Manažment pestovania a využívania krmovín. Nitra: SPU, 2007, 419 s.
- HRABĚ, F. – KRAUSKOVÁ, A. 2004. Trávy a jetelovino trávy v zemědělské praxi. Olomouc: Ing. Petr Baštan, 121 s.
- CHARELS, G. 1998. Integrated pest management in forage Alfalfa. Integrated Pest Management Reviews 3, p. 127 – 154.
- JOGEZAI, S. – TAJ, M. – SHAHZAD, F. – KHAN, A. – TAJ, I. – YASMEEN, S. – ULLAH, N. – AZAM, S. – LALBIBI, L. – SAZAIN, B. – ALI, S. – HUSSAIN, A. – SAMREEN, Z. 2019. Role of alfalfa in natural environment. Journal Of Biodiversity and Environmental Science, vol. 15, no. 4, p. 25 – 31.
- LIČNER, – KLEŠNÍL, A. – HALVA, E. 1983. Krmovinárstvo. Bratislava: Príroda, 550 s.
- MAJID, B. – MASOUD, B. – GHODRATOLLAH, S. – ALESSIO, M. – MARCO, B. 2008. Diversity of Sinorhizobium strains nodulating Medicago sativa from different Iranian regions. FEMS Microbiology Letters 288, p. 40 – 46.

12. SKLÁDANKA, J. – CAGAŠ, B. – DOLEŽAL, P. – HAVLÍČEK, Z. – HEJDUK, S. – HORKÝ, P. – JANČOVIČ, J. – KLUSOŇOVÁ, I. – KNOT, P. – KOVÁR, P. – MEJÍJA, J. E. A. – MIKYSKA, F. – NAWRATH, A. – POKORNÝ, R. – SLÁMA, P. – SZWEDZIAK, K. – TUKIENDORF, M. – ŠEDA, J. – VOZÁR, Ľ. – VYSKOČIL, I. – ZEMAN, L. 2014. Pícninářství. Brno: MENDELU, 2014, 368 s.
13. SMÝKAL, P. – COYNE, C. – AMBROSE, M. – MAXTED, N. – SCHAFER, H. – BLAIR, M. – BERGER, J. – GREENE, S. – NELSON, M. – BESHARAT, N. – VYMYSLICKÝ, T. – TOKER, C. – SAXENA, R. – ROORKIWAL, M. – PANDEY, M. – JIUNGO, H. – YING, H. – WANG, L. – GUO, Y. – LI, J. – REDDEN, R. – VARSHNEY, R. 2015. Legume crops phylogeny and genentic diversity for science and breeding. Critical Reviews in Plant Sciences 34, p. 43 – 104.
14. URL 1: Dostupné na <<http://zirany.eu/documents/1427100129phsr-zirany-2014.pdf>> [cit. 15-062020]

PodĎakovanie

Príspevok vznikol s podporou projektov KEGA 019SPU-4/2019 a KEGA 032SPU-4/2019.

Radi by sme poďakovali Ing. Monike Szóradovej za pomoc pri zbere údajov.

Kontaktná adresa

Ing. Peter Hric, PhD., SPU v Nitre, Katedra rastlinnej výroby a trávnych ekosystémov, FAPZ SPU v Nitre, email: peter.hric@uniag.sk

**VYBRANÉ KVALITATÍVNE UKAZOVATELE LUCERNY SIATEJ
(*MEDICAGO SATIVA* L.) VO VYSOKOŠKOLSKOM
POĽNOHOSPODÁRSKOM PODNIKU SPU S.R.O. NA FARME
ŽIRANY**

**SELECTED QUALITATIVE INDICATORS OF ALFALFA (*MEDICAGO
SATIVA* L.) IN THE UNIVERSITY AGRICULTURAL ENTERPRISE SUA
S.R.O., ŽIRANY FARM**

Peter HRIC – Ľuboš VOZÁR – Peter KOVÁR

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, Katedra rastlinnej výroby a trávnych ekosystémov

Abstract

The aim of this work was to evaluate selected qualitative indicators of alfalfa in the University Agricultural Enterprise SUA s.r.o., Žirany Farm in year 2018. The object of evaluation were three treatments of alfalfa, namely Za vápenkou, Pod lesom a Za školou in the 3rd production year. Four cuts were realized. Of the samples taken the content of dry aboveground phytomass determined crude protein (CP), phosphorus (P), potassium (K), calcium (Ca), sodium (Na), magnesium (Mg) and crude fibre. Evaluated treatments have comparable content of CP. The phosphorus content in the dry above-ground phytomass decreased with each cut. The significantly highest concentration K was recorded on the treatment Pod lesom (24.26 g kg⁻¹) in comparison with other treatments. The calcium concentration in the dry above-ground phytomass of the alfalfa had a fluctuating character. On average of 4 cuts we found that the concentration of sodium and magnesium was demonstrably the highest on the treatment Za školou in comparison with treatments Pod lesom and Za vápenkou. The crude fibre content was very high in alfalfa hay on the evaluated treatments.

Keywords: alfalfa, qualitative indicators, crude fibre

Súhrn

Cieľom práce bolo zhodnotiť vybrané kvalitatívne ukazovatele lucerny siatej vo Vysokoškolskom poľnohospodárskom podniku SPU s.r.o. na farme Žirany v roku 2018. Objektom sledovania boli tri parcely (varianty) lucerny siatej, a to parcela Za vápenkou, Pod lesom a Za školou v treťom úžitkovom roku. Realizované boli 4 kosby. Z odobraných vzoriek sa v suchej nadzemnej fytomase stanovoval obsah dusíkatých látok (NL), fosforu (P), draslíka (K), vápnika (Ca), sodíka (Na), horčíka (Mg) a celkovej vlákniny. Hodnotené varianty majú porovnateľný obsah NL. Obsah fosforu v suchej nadzemnej fytomase sa každou kosbou znižoval. Preukazne najvyššiu koncentráciu K sme zaznamenali na variante Pod lesom (24,26 g.kg⁻¹) v porovnaní s ostatnými variantmi. Koncentrácia vápnika v suchej nadzemnej fytomase lucerny siatej mala kolísavý charakter. V priemere 4 kosieb sme zistili, že koncentrácia sodíka a horčíka bola preukazne najvyššia na variante Za školou v porovnaní s variantmi Pod lesom a Za vápenkou. Nami zistený obsah vlákniny v lucernovom sene na hodnotených variantoch bol veľmi vysoký.

Kľúčové slová: lucerna siata, kvalitatívne ukazovatele, vláknina

Úvod

Lucerna siata (*Medicago sativa* L.) sa často krát nazýva aj „kráľovnou krmovín“ (Boller et al., 2009). Medzi výhody pestovania lucerny siatej patrí schopnosť dobre znášať

stres vplyvom pôsobenia sucha prostredníctvom koreňového systému. Zakoreňuje hlboko do pôdy a je schopná vyžiť vlhkosť i z hlbšieho pôdneho profilu (3 – 10 m) (Jančáriková a Hakl, 2014). Medzi ďalšie kladné vlastnosti patrí schopnosť zlepšiť kvalitu pôdy, adaptovať sa na rôzne klimatické podmienky a produkovať kvalitný krm v niekoľkých kosbách cez rok (Boonman, 1993). Patrí do čeľade bôbovitých (*Fabaceae* L), ktorá má v rámci výživy hospodárskych zvierat nezastupiteľné miesto predovšetkým z hľadiska obsahu bielkovín. Takisto tvorí významnú zložku kŕmnych dávok vďaka obsahu sacharidov a minerálnych látok (Kohoutek et al., 2005). Z minerálnych látok je lucerna siata bohatá predovšetkým na vápnik a z mikroelementov hlavne mangán. Podiel stoniek tvorí 40 – 60 % v závislosti od vegetačnej fázy. Vegetačným starnutím dochádza k lignifikácii stoniek a následnému znižovaniu výživnej hodnoty pričom sa zvyšuje obsah sušiny, vlákny a klesá obsah dusíkatých látok, tuku, bezdusíkatých látok výťažkových (BNLV), popolovín a následne stráviteľnosť všetkých živín klesá (Gálik et al., 2016). Postupom kvitnutia, tvorby semena a jeho dozrievania sa tento proces urýchlí (Gregorová, 1998).

Cieľom príspevku bolo zhodnotiť vybrané kvalitatívne ukazovatele v suchej nadzemnej fytomasy lucerny siatej 3 lokalít na Vysokoškolskom poľnohospodárskom podniku SPU s.r.o. na farme Žirany v roku 2018.

Materiál a metódy

Predmetom skúmania boli porasty lucerny siatej v obci Žirany (okres Nitra) na Vysokoškolskom poľnohospodárskom podniku SPU s.r.o, farma Žirany. Obec Žirany sa nachádza na rozhraní úpätia pohoria Tribeč a Žitavskej pahorkatiny. Minimálna nadmorská výška v obci je 210 m n. m., maximálna nadmorská výška je 470 m n. m. (URL 1). Priemerné ročné teploty v obci sú okolo 9 °C a ročný úhrn zrážok je v priemere 600 mm, hoci v posledných rokoch sa prejavujú veľké lokálne výkyvy z dôvodu globálnych zmien. Čo sa týka vodnej bilancie, ročne chýba cca 100 až 150 mm zrážok. Počet dní so snehovou pokrývkou je asi 50.

Na parcelách, kde sú založené porasty lucerny siatej, majú pôdy charakter hnedozeme. Pôda je stredne ťažká až ťažká s pH 5,7 – 6,9. Priemerná ročná teplota sa pohybuje okolo 10°C a priemerný úhrn zrážok za rok 2018 bol 611 mm. V obci je priemerná nadmorská výška 250 m n. m. (URL 1).

Predmetom hodnotenia boli 3 lokality (varianty) porastov lucerny siatej v roku 2018:

4. Za vápenkou: výmera 13,69 ha
5. Pod lesom: výmera 19,98 ha
6. Za školou: výmera 5,96 ha

Lucerna siata sa siala po pšenici letnej f. ozimnej. Na jeseň v roku 2015 sa vykonala stredná orba. Na jar roku 2016 sa realizovalo smykovanie a následne sa parcely prihnojili NPK v dávkach 151-515-200 kg.ha⁻¹. Predsejbová príprava pôdy sa urobila kompaktorom. Po dôkladnej príprave sa siala lucerna siata v množstve 20 – 25 kg.ha⁻¹ do krycej plodiny, ktorou bol ovos. Ovos sa sial v množstve 70 – 80 kg.ha⁻¹. Na parcelách boli vysiate odrody Palava a Gyulia. V nasledujúcich úžitkových rokoch sa porasty na jar bránili ľahkými bránami a v prípade veľkej zaburinenosti sa použil herbicíd. Po druhej kosbe sa porasty lucerny prihnojili dusíkom v dávke 100 – 150 kg.ha⁻¹.

Hodnotili sme obsah dusíkatých látok (NL), fosforu (P), draslíka (K), vápnika (Ca), sodíka (Na), horčíka (Mg) a celkovej vlákny v suchej nadzemnej fytomasy lucerny siatej v 3. úžitkovom roku. Vzorky sa odoberali z plochy 1m² v 3. opakovaní z každej lokality (variantu) vždy pred kosbou lucerny siatej a to buď deň pred kosbou, resp. v deň kosby. Termín prvej kosby, resp. prvého odberu vzoriek bol zrealizovaný v prvej polovici mája, konkrétne 8. mája 2018, druhá kosba sa vykonala 14. júna 2018, tretia kosba 28. júla 2018

a štvrtá kosba sa uskutočnila 6. septembra 2018. Kosby sa realizovali v čase butonizácie, resp. až začiatkom kvitnutia. Takto odobraté vzorky sa sušili pri teplote 105 °C a následne po vysušení sa stanovoval obsah vybraných kvalitatívnych parametrov sušiny lucerny sietej podľa nasledovných metód:

- NL – stanovené výpočtom z obsahu celkového dusíka stanoveného Kjeldahlovou metódou,
- P – spektrofotometricky fosfomolybdénovou metódou po mineralizácii mokrou cestou s HNO_3 a HClO_4 ,
- K, Ca, Na – plameňometricky po mineralizácii mokrou cestou s HNO_3 a HClO_4 ,
- Mg – spektrofotometricky s Titánovou žltou po mineralizácii mokrou cestou s HNO_3 a HClO_4 ,
- Celková vláknnina – po dvojstupňovej hydrolýze v slabo kyslom (H_2SO_4) a v slabo zásaditom prostredí (KOH) podľa Hennberg-Stohmanna.

Štatistické hodnotenie sa realizovalo v programe STATISTICA 7.1 complete CZ (data analysis system). Využila sa jednofaktorová analýza rozptylu (ANOVA) s overením hodnovernosti rozdielov Fisherovým testom pri 95% hladine pravdepodobnosti ($P = 0,05$).

Výsledky a diskusia

Priemerný obsah minerálnych látok v suchej nadzemnej fytomase lucerny sietej v roku 2018 je uvedený v tab. 1. Z výsledkov je zrejmé, že obsah dusíkatých látok (NL) na variantoch sa v priebehu kosieb postupne znižoval. Iba v prípade variantu Pod lesom môžeme konštatovať kolísajúci charakter obsah dusíka. Hodnotené varianty majú porovnateľný obsah NL (169,00 – 174,49 g.kg⁻¹). Zistené rozdiely boli nepreukazné. Petrikovič et al. (2000) uvádzajú obsah dusíkatých látok v sušine lucerny sietej na úrovni 205,00 g.kg⁻¹. Obsah fosforu (P) v suchej nadzemnej fytomase sa každou kosbou znižoval. Iba v prípade tretej kosby na variantoch Pod lesom a Za školou sa zaznamenal vyššia koncentrácia P v porovnaní s druhou kosbou. V priemere štyroch kosieb sme najvyšší obsah fosforu zistili na variante Pod lesom (2,92 g.kg⁻¹) a najnižší obsah na variante Za vápenkou (2,81 g.kg⁻¹). Zistené rozdiely boli nepreukazné. Podľa Bíra et al. (2009) je obsah P v zelených objemových krmivách nízky. Konkrétne v d'atelinovinách a trávach sa pohybuje okolo 3,00 g.kg⁻¹ sušiny. Hodnotením obsahu draslíka (K) sme zistili jeho kolísavú koncentráciu v rámci kosieb. Preukazne najvyššiu koncentráciu K sme zaznamenali na variante Pod lesom (24,26 g.kg⁻¹) v porovnaní s ostatnými variantmi. Petrikovič et al. (2000) uvádzajú obsah draslíka v sušine lucerny sietej na úrovni 25,4 g.kg⁻¹. Koncentrácia vápnika (Ca) v suchej nadzemnej fytomase lucerny sietej mala kolísavý charakter. Priemerné hodnoty obsahu vápnika v sume štyroch kosieb boli nasledovné: Za vápenkou (9,92 g.kg⁻¹), Pod lesom (9,87 g.kg⁻¹) a Za školou (10,84 g.kg⁻¹). Zistené rozdiely boli nepreukazné. Koncentrácia vápnika v lucernovom sene je 18,20 g.kg⁻¹ (Petrikovič et al., 2000). V priemere 4 kosieb sme zistili, že koncentrácia sodíka (Na) bola preukazne najvyššia na variante Za školou (0,80 g.kg⁻¹) v porovnaní s variantmi Pod lesom (0,63 g.kg⁻¹) a Za vápenkou (0,71 g.kg⁻¹). Jeho obsah v suchej nadzemnej fytomase lucerny sietej takisto počas sezóny kolísal. Petrikovič et al. (2000) uvádzajú obsah sodíka v sušine lucerny sietej na úrovni 0,90 g.kg⁻¹. Koncentrácia horčíka (Mg) bola preukazne najvyššia na variante Za školou (2,24 g.kg⁻¹) v porovnaní s variantmi Za vápenkou (1,88 g.kg⁻¹) a Pod lesom (1,92 g.kg⁻¹). Vo všeobecnosti môžeme konštatovať, že obsah horčíka počas nasledujúcich kosieb klesal. Podľa Petrikoviča et al. (2000) je táto koncentrácia mierne podlimitná (3,20 g.kg⁻¹). Obsah celkovej vláknniny sa v rámci kosieb znižoval na všetkých variantoch. Výnimkou bol variant Za školou, kde sa v termíne tretej kosby mierne zvýšil. V priemere štyroch kosieb sme zistili obsah celkovej vláknniny na úrovni 34,65 – 34,98 %. Zistené rozdiely boli nepreukazné. Nami

zistený obsah celkovej vlákniny v lucernovom sene sa považuje za veľmi vysoký (Zeman et al., 2006).

Tab. 1 Priemerný obsah minerálnych látok a celkovej vlákniny v suchej nadzemnej fytomase lucerny sietej v roku 2018

Variant	Kosba	NL	P	K	Ca	Na	Mg	Celková vláknina
		g.kg ⁻¹						%
Za vápenkou	1.	179,81	3,13	23,03	9,28	0,64	1,97	37,84
	2.	175,38	2,89	19,68	10,17	0,73	2,05	35,35
	3.	162,82	2,79	22,79	7,62	0,66	1,69	35,30
	4.	161,31	2,44	16,43	12,59	0,79	1,79	30,09
	Ø	169,83 ^a	2,81 ^a	20,49 ^a	9,92 ^a	0,71 ^a	1,88 ^a	34,65 ^a
Pod lesom	1.	162,31	3,11	23,26	8,77	0,60	1,86	38,35
	2.	166,50	2,87	22,85	10,16	0,69	1,88	36,39
	3.	180,94	3,14	24,95	10,08	0,66	2,31	33,01
	4.	166,25	2,54	25,99	10,47	0,56	1,61	32,15
	Ø	169,00 ^a	2,92 ^a	24,26 ^b	9,87 ^a	0,63 ^a	1,92 ^a	34,98 ^a
Za školou	1.	185,06	3,16	21,13	10,28	0,77	2,12	36,65
	2.	177,88	2,73	17,61	11,98	0,91	2,46	36,38
	3.	172,25	2,84	24,06	9,76	0,64	2,21	32,97
	4.	162,75	2,57	16,07	11,33	0,89	2,16	33,08
	Ø	174,49 ^a	2,83 ^a	19,72 ^a	10,84 ^a	0,80 ^b	2,24 ^b	34,77 ^a

Ø - priemer. Rozdielne indexy (a, b) v stĺpcoch pri priemerných hodnotách znamenajú štatisticky preukazný rozdiel (Fisherov test, $\alpha = 0,05$).

Záver

Lucernové seno zo sledovaných variantov malo mierne podlimitný obsah vápnika, horčíka v suchej nadzemnej fytomase. Naopak nami zistený obsah celkovej vlákniny bol veľmi vysoký. V ďalších sledovaných parametroch (dusíkaté látky, fosfor, draslík a sodík) boli hodnoty porovnateľné s optimálnou koncentráciou minerálnych látok lucernového sena.

Literatúra

1. BÍRO, D. – PAJTÁŠ, M. – HORNIÁKOVÁ, E. – ŠIMKO, M. – JURÁČEK, M. – GÁLIK, B. – GARLÍK, J. 2009. Výživa zvierat. Druhé prepracované vydanie. Vydala Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre. 173 s.
2. BOLLER, B. – POSSELT, U. K. – VERONESI, F. 2009. Fodder Crops and Amenity Grasses. New York: Springer, 523 p.
3. BOONMAN, J. G. 1993. East Africa's Grasses and Fodders: Their Ecology and Husbandry. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, 542 p.
4. GÁLIK, B. – BÍRO, D. – ŠIMKO, M. – JURÁČEK, M. – HORNIÁKOVÁ, E. – ROLINEC, M. 2016. Nutričná charakteristika krmív. Prvé vydanie. Nitra: SPU, 102 s.
5. GREGOROVÁ, H. 1998. Krmovinárstvo. Nitra: SPU, 1998, 251 s.
6. JANČARÍKOVÁ, B. – HAKL, J. 2014. Vliv dlouhodobého hnojení na akumulaci vodorozpustných sacharidů na píci vojtešky. In Aktuální témata v pícninářství a trávníkářství 2014 (Sborník příspěvků z odborného semináře). Praha: ČZU, s. 55 – 61.

7. KOHOUTEK, A. – JAKEŠOVÁ, H. – NERUŠIL, P. 2005. Produkce, vytrvalost a kvalita píce hlavních jetelovin v ČR. In Kvalita píce z travních porostů (sborník referátu). Praha, s. 200 – 206.
8. ZEMAN, L. – DOLEŽAL, P. KOPŘIVA, A. – MRKVICOVÁ, E. – PROCHÁZKOVÁ, J. – RYANT, P. – SKLÁDANKA, J. – STRAKOVÁ, E. – SUCHÝ, P. – VESELÝ, P. – ZELENKA, J. 2006. Výživa a krmení hospodářských zvířat, Praha: Profi Press, 1. vyd., 360 s.
9. URL 1: Dostupné na <<http://zirany.eu/documents/1427100129phsr-zirany-2014.pdf>> [cit. 15-062020]

PodĎakovanie

Príspevok vznikol s podporou projektov KEGA 019SPU-4/2019 a KEGA 032SPU-4/2019. Radi by sme poĎakovali Ing. Monike Szóradovej za pomoc pri zbere údajov.

Kontaktná adresa

Ing. Peter Hric, PhD., SPU v Nitre, Katedra rastlinnej výroby a trávnych ekosystémov, FAPZ SPU v Nitre, email: peter.hric@uniag.sk

HODNOTENIE FLORISTICKÉHO ZLOŽENIA SIATYCH TRÁVNÝCH PORASTOV

EVALUATION BOTANICAL COMPOSITION OF GRASSLANDS

Iveta ILAVSKÁ – Norbert BRITAŇÁK – Ľubomír HANZES

NPPC Lužianky – VÚTPHP Banská Bstrica, RVP Litovský Hrádok

Abstract

In a mountainous village of Liptovská Teplička (northern Slovakia) two grass species (intergeneric hybrid, but two cultivars: Mahulena and Hermes, and smooth brome grass, cv. Pella) were grown in pure stands and grass/clover mixtures with tetraploid variety Hammon of red clover. Moreover, mixture's sowing rates were different.

There was an idiosyncratic appearance of grasses and red clover either in pure stands or mixtures. The smooth brome grass is not suitable accompanying grass species to red clover, in all sowing rates tested, nor pure stands in this mountainous area, because its stands are colonized by unsown plant species.

In the sowing year botanical composition did not differ between group of pure stand and mixture in the number of species (i.e. sown and unsown species together). But, there were statistically differences between pure stands and mixtures. It means increasing one species as different as functional group in sowing rate as mixtures has resulted in lowering occurrence of unsown – weedy – species. For example, cover of sown species in pure stands was 85.9%, on average, and 13.58 unsown species. But, an addition of accompanying plant species has resulted in increment in covering of sown species to 89.9% with lowered colonization of weed species, 9.56 species, on average.

Red clover could be grown in pure stand and in mixtures with accompanying grasses under its wide range of sowing rates. Presence of red clover can help weed plant species. There was negative correlation between cover of red clover and occurrence of weeds. Red clover is a strong and competitive plant species in these two component grass/clover mixtures with all sowing rates tested.

Based on net effects of biodiversity it was shown intergeneric hybrid variety Hermes (lolioid character) it is possible to grow with red clover under all sowing rates successfully. Another intergeneric hybrid (variety Mahulena, festucoid character) can be grown under mown management in pure stands or mixture with 70% of this grass and 30% of red clover.

Values of Evaluation of Grassland Quality measurements revealed negative correlation with increasing proportions of weed in stands. It is in contrary with gradually raising amounts of legumes (sown red clover and unsown white clover). But, there is some inconsistency of this approach, because intergeneric hybrids are results of hybridization programme between perennial ryegrass with meadow fescue or between Italian ryegrass with tall fescue. So this calculation is not appropriate for leys, and it rightly use is for seminatural grassland for which it was invented originally.

Keywords: botanical composition, grasses, legumes, grass/clover mixtures, herbs, dry matter production

Súhrn

Na stanovišti Liptovská Teplička, v horskej výrobnnej oblasti sme pestovali tri odrody tráv (*Festulolium*, odrody Mahulena a Hermes, stoklas bezbranný, odrodu Pella) a d'atelinu lúčnu, odrodu Hammon – 4n v čistých kultúrach a v dvojkomponentných miešankách s rôznymi podielmi vysiatych odrôd tráv a d'ateliny lúčnej.

Z floristického hľadiska sme zaznamenali rôzne uplatnenie tráv a d'ateliny lúčnej, či už

v čistých kultúrach alebo miešankách. Zistilo sa, že stoklas bezbranný by nemal byť nosným druhom, pestovaným v čistom výseve a ani v dvojkomponentných miešankách s d'atelinou lúčnou. Pestovanie stoklasu bezbranného v čistom výseve nie je vhodné, pretože poskytuje významný priestor na presadenie sa rastlín zo skupiny ostatných bylín.

V iníciaľnom roku, roku sejby neboli zistené žiadne rozdiely medzi počtom druhov, t.j. medzi čistým výsevom trávnych druhov i d'ateliny lúčnej a vzájomných dvojkomponentných miešaniek. V ďalších rokoch boli zaznamenané štatisticky preukazné rozdiely medzi skupinami, pozostávajúcimi len z čistého výsevu jedného druhu a dvojkomponentnými miešankami. Z uvedeného rezultuje, že už len zvýšenie o jeden druh, resp. dvojkomponentné miešanky, pozostávajúce z dvoch rôznych komponentov (či funkčných skupín rastlín) účinne eliminuje výskyt nežiaducej flóry. Ďalším dôkazom tohto tvrdenia je aj nepriama úmera medzi celkovou pokryvnosťou vysievaných, šľachtených druhov a počtom „burín“. Pokryvnosť čistých vysievaných druhov bola 85,9 %, ale s výskytom až 13,58 druhu počas troch rokov (údaje sú z prvých využití v roku). Nepatrný nárast pokryvnosti v miešankách na priemernú úroveň 89,9 % bol sprevádzaný len s 9,56 druhu, prenikajúceho do porastu.

Ďatelina lúčna, odroda Hammon (4n) sa môže pestovať v čistej kultúre, ale aj v miešankách s trávnyimi druhmi, pričom podiel tráv môže mať široký interval. Priemerná pokryvnosť d'ateliny lúčnej dosiahla $92,5 \pm 2,5$ %. Najmä v druhom úžitkovom roku bol zaznamenaný pokles prezencie na 85 %, ale aj tak sa vyrovnal MRH Hermes (85 %), pričom bol vyšší v porovnaní s MRH Mahulena (84 %), ale najmä so stoklasom bezbranným (60 %). Prítomnosť d'ateliny lúčnej napomáhala eliminovať ostatné lúčne byliny. Čím vyššie bolo jej zastúpenie v jednoduchej miešanke (až po čistý výsev), tým boli v menšom zastúpení. Z uvedeného vyplýva, že d'atelina lúčna sa prejavila ako konkurenčne silný partner vo všetkých sledovaných pomeroch dvojkomponentných miešaniek.

Sledovanie odrôd v čistých porastoch aj v kombináciách ukázalo, že na základe merania čistého efektu biodiverzity (a jeho komponentov) možno odporúčať pestovanie lolioidného MRH Hermes s d'atelinou lúčnou. Tu zohľadniť pomer 70 % trávneho druhu a 30 % d'ateliny lúčnej. MRH Mahulenu pestovať aj v čistom výseve s kosným spôsobom využívania.

Bonita trávneho porastu (všetky roky) bola nepriamo úmerná podielu ostatných bylín, čo je dôsledkom ich nízkej krmovinárskej hodnoty. Naopak to je pri podiele bôbovítých. Výsledná bonita trávneho porastu sa priamoúmerne zvyšovala s ich stúpajúcim podielom v poraste. Rozporuplnosť dáva bonitácii zaradenie medzirodových hybridov. Hybridy pozostávajú z dvoch komponentov mätonohu trváceho a kostravy lúčnej alebo mätonohu mnohokvetého a kostravy trst'ovníkovitej alebo lúčnej. Aj vzhľadom na uvedené by sa hodnotenie kvality trávneho porastu prostredníctvom jeho bonity nemalo používať pri intenzívnom pestovaní viacročných krmovín na ornej pôde.

Kľúčové slová: botanické zloženie, trávy, d'atelinoviny, d'atelinotrávne miešanky byliny, produkcia sušiny

Úvod

V marginálnych oblastiach predstavujú, popri poloprírodných trávnych porastoch siate trávne a d'atelinové porasty významný zdroj objemového krmiva. Nové odrody základných a doplnkových tráv, medzirodových hybridov tráv, d'atelinovín a ich miešanky, pestované na orných pôdach, poskytujú krm s vysokým produkčným potenciálom.

Šľachtitelia pravidelne dopĺňajú jestvujúci sortiment odrôd tráv a d'atelinovín na špeciálne, ale predovšetkým na krmovinárske účely. Ponuka poskytuje možnosti na zostavenie rôznych typov trávnych porastov, rešpektujúcich rôzne systémy pestovania. V LISTINE REGISTROVANÝCH ODRÔD (2019) je uvedených spolu 75 krmovinárskych druhov tráv, z toho 10 kostravovcov (medzirodových hybridov tráv) a 31 odrôd d'atelinovín,

z toho 17 odrôd ďateliny lúčnej (7 tetraploidných a 10 diploidných). Predovšetkým z týchto komponentov sa v súčasnosti zostavujú ďatelinotrávne miešanky pre systém pestovania viacročných krmovín. PETRIKOVIC a SOMMER (2002) uvádzajú, že viacročné krmoviny majú dominantné zastúpenie v štruktúre krmovínovej základne, pretože zaisťujú 40 až 60 % sušiny objemových krmív, poskytujú isté a vysoké úrody a z pohľadu stability celej rastlinnej výroby sú nepostrádateľné.

Významným predstaviteľom viacročných krmovín sú ďatelinoviny a ďatelinotrávne miešanky. VORLÍČEK (2008) ich kladne hodnotí predovšetkým pre produkciu kvalitných objemových krmív. Tvrdí, že v podmienkach Slovenskej aj Českej republiky sú ďatelinoviny a miešanky s nižším podielom tráv rozhodujúce plodiny pre produkciu konzervovaných krmív.

Podľa prezentovaných údajov (HOUDEK, 2014) možno konštatovať, že lolioidné typy MRH tráv sa presadili v prvých dvoch rokoch pestovania a festukoidné typy MRH tráv sa viac uplatnili v druhom úžitkovom roku, na čo mali vplyv ich biologické vlastnosti (HOUDEK, 2019).

HOUDEK (2010) ďalej dokumentuje vysokú produkčnú schopnosť zaradených monokultúr MRH a jednoduchých miešaniek, predovšetkým v prvých dvoch úžitkových rokoch. Z publikovaných údajov je zrejmé, že vo väčšine prípadov v druhom úžitkovom roku produkcia sušiny klesá. Potvrdilo, že ďatelinotrávne miešanky sú produkčnejšie ako čisté porasty ďateliny lúčnej.

JAMRIŠKA (2000) vidí prednosti ďatelinotravných miešaniek v tom, že trávy lepšie znášajú krycie plodiny, majú lepšiu regeneráciu a po poškodení kompletizujú porast. Uvedené potvrdzujú aj naše predchádzajúce výsledky o tom, že ďatelina lúčna je výborný komponent do jednoduchých miešaniek s MRH tráv (ILAVSKÁ a KIZEKOVÁ, 2012).

Z porovnania úrod monokultúr ďateliny lúčnej a ďatelinotravných miešaniek sa ukazuje, že trávna zložka výrazne zvyšuje úrody krmnej biomasy, hlavne v menej priaznivých podmienkach vyšších polôh (KLIMEŠ a kol., 2001). K podobným záverom dospeli aj GEJGUŠ a KOVÁČ (2000), ktorí uvádzajú, že dvojkomponentné miešanky medzirodových hybridov tráv s ďatelinou lúčnou majú prednosti oproti čistej ďateline lúčnej vo výške úrody, lepšej kvalite krmu, ľahšom sušení a silážovaní i v možnosti spásania.

Materiál a metódy

Experimentálne plochy sa nachádzali na stanovišti Liptovská Teplička, v horskej výrobnnej oblasti, v zemepisnej dĺžke (λ) 20°06' a zemepisnej šírke (φ) 48°55'. Nadmorská výška stanovišťa je 960 m, dlhodobý priemer zrážok za rok (R_r) predstavuje 950 mm, za vegetačné obdobie (R_v) 525 mm. Dlhodobý priemer denných teplôt za rok (t_{dr}) je 3,5 °C a za vegetáciu (t_{dv}) 9,5 °C. Experimentálna plocha sa nachádza v chladnej akroklimatickej makrooblasti, v mierne chladnej oblasti, vo vlhkej podoblasti a v okrsku studenej zimy, na miernom svahu (5,88°). Pôdnym druhom je piesočnatohlinitá pôda, pôdnym typom rendzina typická, geologickým substrátom sú karbonátové horniny. Prehľad variantov zobrazuje tabuľka 1.

Tab. 1 Varianty experimentu

Variant	Druh/odroda	Podiel komponentov (%)
1	× <i>Festulolium</i> Mahulena (medzirodový hybrid tráv)	100
2	× <i>Festulolium</i> Hermes (medzirodový hybrid tráv)	100
3	<i>Bromus inermis</i> Leyss. Pella (stoklas bezbranný)	100
4	<i>Trifolium pratense</i> L. Hammon (ďatelina lúčna)	100
5	× <i>Festulolium</i> Mahulena + <i>Trifolium pratense</i> L. Hammon	70:30

6	× <i>Festulolium</i> Mahulena + <i>Trifolium pratense</i> L. Hammon	50:50
7	× <i>Festulolium</i> Mahulena + <i>Trifolium pratense</i> L. Hammon	30:70
8	× <i>Festulolium</i> Hermes + <i>Trifolium pratense</i> L. Hammon	70:30
9	× <i>Festulolium</i> Hermes + <i>Trifolium pratense</i> L. Hammon	50:50
10	× <i>Festulolium</i> Hermes + <i>Trifolium pratense</i> L. Hammon	30:70
11	<i>Bromus inermis</i> Leyss. Pella + <i>Trifolium pratense</i> L. Hammon	70:30
12	<i>Bromus inermis</i> Leyss. Pella + <i>Trifolium pratense</i> L. Hammon	50:50
13	<i>Bromus inermis</i> Leyss. Pella + <i>Trifolium pratense</i> L. Hammon	30:70

Výsevky jednotlivých komponentov sú uvedené pri 100 %-nej úžitkovej hodnote osiva, pričom pri zakladaní experimentu sa zohľadnila skutočná úžitková hodnota použitých osív. Pri čistých kultúrach medzirodových hybridov tráv predstavoval výsevok 35 kg.ha⁻¹ (cca 12 MKS.ha⁻¹), pri stoklase bezbrannom 24 kg.ha⁻¹ (cca 7,3 MKS.ha⁻¹) a pri d'ateline lúčnej to bolo 20 kg.ha⁻¹ (cca 7,4 MKS.ha⁻¹). Výsevok jednoduchých d'atelinotravných miešaniek bol 26 kg.ha⁻¹, pričom pomer tráv k d'ateline lúčnej je uvedený v tabuľke 1.

Pred sejbou sa do pôdy zapravili minerálne hnojivá v dávke 60 kg (čisté kultúry tráv) a 30 kg N.ha⁻¹ (čistý výsev d'ateliny lúčnej a d'atelinotravných miešaniek – štartovacia dávka), 30 kg P.ha⁻¹ a 45 kg K.ha⁻¹. Po prvej (odburiňovacej) kosbe sa pri čistých kultúrach tráv aplikovala ďalšia dávka dusíka (60 kg.ha⁻¹). V plných produkčných ročníkoch (roky 2017 a 2018) sa vykonala aplikácia P a K živín vo vyššie uvedenom množstve (vždy na jar). Čisté výsevy tráv boli dotované 120 kg N.ha⁻¹, v dvoch dávkach na jar a po prvej kosbe.

Porasty sa v produkčných rokoch využívali 3× počas vegetačného obdobia. Prvá kosba sa uskutočnila na začiatku klasenia trávneho druhu, alebo pri d'ateline lúčnej, na začiatku tvorby kvetných hlávok. Pri d'atelinotravných miešankách sa termín využitia stanovil podľa prevládajúceho komponentu v poraste, takým spôsobom, ktorý zabezpečil optimálny termín prvého využitia. Druhá kosba nasledovala s odstupom 4 až 5 týždňov a tretia kosba za 7 – 8 týždňov po prvej, vždy však podľa stavu porastu a ak to meteorologické podmienky dovoľovali.

Pred každou kosbou sa vykonalo hodnotenie floristického zloženia porastov metódou redukovanej projektívnej dominancie podľa Regala (GÁBORČÍK a JAVORKOVÁ, 1980). V čase vykonania prvej kosby sa určili jednotlivé druhy v hlavných agrobotanických skupinách, v druhej a tretej kosbe sa stanovila len pokryvnosť agrobotanických skupín. Z botanických zápisov z prvých kosieb sa vyhodnotila bonitácia trávneho porastu podľa NOVÁKA (2004) na základe vzťahu:

$$E_{GQ} = \sum S_i^n (D \times FV)/8,$$

kde E_{GQ} (evaluation of grassland quality) je bonitácia trávneho porastu; S_i – rastlinný druh, Sⁿ – počet druhov v botanickom zápise; D – percentuálne zastúpenie, alebo hmotnostný relatívny podiel druhu v poraste; FV (feeding value) je krmná hodnota druhu; 8 – faktor.

Výsledky a diskusia

1. Botanické zloženie porastov

Zastúpenie ostatných bylín na experimentálnej ploche v roku sejby si vynútilo vykonať odburiňovaciu kosbu. K tomuto riešeniu sa pristúpilo preto, že na celej ploche bol zaznamenaný vysoký podiel poľných burín. Ich prezencia predstavovala 80 % (tabuľka 2). Dominovala horčica roľná (*Sinapis arvensis*) – 60 %, nasledovaná pastierskou kapsičkou (*Capsella bursa-pastoris*) – 9 %. Celkovo bolo identifikovaných 10 rastlinných druhov

segetálnej vegetácie. Opodstatnenie odburiňovacej kosby potvrdili ďalšie kosby, keď sledovaná skupina (pôvodom z pôdnej zásoby semien alebo z okolitého prostredia), znížila svoje zastúpenia na 7 – 26 % v druhej a maximálne na 11 % v tretej kosbe (tabuľky 3, 4). Z tejto skupiny v nasledujúcich úžitkových rokoch dominovali pastierska kapsička a nátržník husí (*Potentilla anserina*) (tabuľky 5 a 9). Priemerné zastúpenie skupiny ostatných bylín je uvedené v tabuľke 12.

Tab. 2 Botanické zloženie porastov pred odburiňovacou kosbou (%) – 2016

Agrobotanická skupina/druh	Experimentálna plocha
Trávy	15
Bôbovité	5
Ostatné byliny	80
Prázdne miesta	
<i>Anagallis arvensis</i> L.	1
<i>Anthemis arvensis</i> L.	4
<i>Atriplex patula</i> L.	2
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) MED.	9
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	1
<i>Sinapis arvensis</i> L.	60
<i>Tithymalus cyparissias</i> L.	3
<i>Myosotis</i> sp. L.	<1
<i>Potentilla anserina</i> L.	<1
<i>Viola tricolor</i> L.	<1

Tab. 3 Druhovú botanické zloženie v druhej kosbe v roku 2016 (%)

Agrobotanická skupina – druh / variant	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Trávy	70	93	84	0	10	5	4	45	19	12	13	5	4
Bôbovité	4		0	93	69	86	87	43	72	78	71	82	85
Ostatné byliny	26	7	16	7	20	9	9	12	9	10	16	13	11
Prázdne miesta					1			0	0				
<i>Agropyron repens</i> L.	2	0	0	0	1	0	0		0	0			
<i>Bromus inermis</i> LEYSS. × <i>Festulolium</i>	68	93	84		9	5	4	45	19	12	13	5	4
<i>Lolium perenne</i> L.		0											
<i>Phleum pratense</i> L.				0									
<i>Medicago lupulina</i> L.	1		0	0	0	0	0	0		0	0	0	
<i>Trifolium pratense</i> L.	1		0	92	68	86	87	43	72	78	71	82	84
<i>Trifolium repens</i> L.	0			0									
<i>Vicia cracca</i> L.	2			1	1			0	0	0	0		1
<i>Achillea millefolium</i> MILL.				0	0				0				
<i>Anagallis arvensis</i> L.		0								0			
<i>Anthemis arvensis</i> L.			0	1	2	1	0	0	1	0	0	1	0
<i>Atriplex patula</i> L.	0		1		0			0	0	0			
<i>Campanula</i> sp. L.							0						
<i>Capsella bursa-pastoris</i> L.	3	2	6	2	7	4	3	5	4	4	7	4	6
<i>Cirsium arvense</i> L.			0										
<i>Convolvulus arvensis</i> L.		0	1	0	0	1	1	0	0	0		0	0
<i>Chamomilla vulgaris</i> L.	4		0				0		0	1		0	
<i>Lamium maculatum</i> L.			0		0								0

<i>Myosotis</i> sp. L.	3	2	2		3	2	2	2	1	1	1	2	2
<i>Papaver rhoeas</i> L.			0		0						0	0	
<i>Plantago lanceolata</i> L.										0	0		
<i>Potentilla anserina</i> L.		0					0	2	1		1	1	0
<i>Rumex acetosella</i> L.			0		0	0							0
<i>Silene vulgaris</i> (Moench.) Garcke	0	0		0	0	0	0				0	0	
<i>Stellaria graminea</i> L.	3				1							0	
<i>Taraxacum officinale</i> Web...	4	1	3	2	4	1	2	2	1	2	3	1	2
<i>Tithymalus cyparissias</i> L.	0												
<i>Veronica chamaedrys</i> L.	9	2	3	2	3		1	1	1	2	4	4	1
<i>Viola tricolor</i> L.													
Spolu	30	15	11	16	14	18	11	14	12	14	15	13	14
Počet druhov – Výsevok		14	10	15	13	16	9	12	10	12	13	11	12
Spolu z výsevu sate druhy		68	93	84	92	77	91	91	88	91	90	84	87

Tab. 4 Skupinové botanické zloženie v tretej kosbe v roku 2016 (%)

Agrobotanická skupina – druh / variant	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Trávy	9	10	79	0	27	12	13	40	33	35	6	4	3
Bôbovité	1	0	6	10	73	88	87	60	67	65	94	96	97
Ostatné byliny	4	0	11	0	0				0	0	0	0	
Prázdne miesta	4	0	4						0				
	1												
<i>Bromus inermis</i> × <i>Festulolium</i>	9	10	78		27	12	13	40	33	35	6	4	3
<i>Trifolium pratense</i>	0	0		10	73	88	87	60	67	65	94	96	97
				0									
Spolu z výsevu sate druhy	9	10	78	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tab. 5 Druhovité botanické zloženie v prvej kosbe v roku 2017 (%)

Agrobotanická skupina – druh / variant	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Trávy	88	99	82	5	40	35	25	40	39	39	28	16	9
Bôbovité	7	0	6	93	57	65	75	59	56	61	69	83	90
Ostatné byliny	5	1	10	2	2	0	0	1	3	0	3	1	1
Prázdne miesta	0	0	1	0	1	0	0	0	2				0
<i>Agropyron repens</i> (L.) Beauv.			80	1							25	15	8
<i>Bromus inermis</i> Leyss × <i>Festulolium</i>	87	99			38	33	23	40	39	39			
	1			2	1	2	2		0		3	1	1
<i>Poa annua</i> L.			2	2	1								
<i>Medicago lupulina</i> L.	0	0	1										
<i>Trifolium pratense</i> L.	5	0	3	93	57	65	75	59	56	61	68	83	90
<i>Trifolium repens</i> L.	2		2		0			0			1		
<i>Vicia cracca</i> L.	0	0						0					

<i>Achillea millefolium</i> Mill.	1		1	0	0			1		0				
<i>Anthemis arvensis</i> L.	0	0	0	0		0	0		1	0	2	0	0	
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) M.		0	2	1			0		1		1	1	1	
<i>Cirsium arvense</i> L.			0											
<i>Chamomilla vulgaris</i> L.	2	1	1		1				0					
<i>Myosotis</i> sp. L	0		0	0							0			
<i>Plantago lanceolata</i> L.	0				0				0					
<i>Potentilla anserina</i> L.		0	1											
<i>Ranunculus</i> sp L.	0		0											
<i>Rumex acetosella</i> L.						0					0			
<i>Stellaria graminea</i> L.	1		1	0	0	0			0		0			
	1		2	1	1	0					0	0		
	0	0	2						1				0	
Spolu	22	18	12	19	13	13	10	8	8	12	6	12	8	9
Počet druhov – výsevok		17	11	18	12	11	8	6	6	10	4	10	6	7
Spolu z výsevku siate druhy		92	99	83	93	95	98	98	99	99	95	93	98	98

Tab. 6 Skupinové botanické zloženie v druhej kosbe v roku 2017 (%)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Trávy	91	98	74	1	7	2	3	18	28	27	4	2	2
Bôbovité	6	1	9	99	91	98	97	77	67	73	96	98	98
Ostatné byliny	2	0	13		2		0	2	1	0	1	0	
Prázdne miesta	1	1	4	0	0		0	3	4		1		
<i>Bromus inermis</i> × <i>Festulolium</i>			71								3	2	2
<i>Trifolium pratense</i>	91 0	98 0	1	99	7 91	2 98	3 97	18 77	28 67	27 73	95	98	98
Spolu z výsevku siate druhy	91	98	72	99	98	100	100	95	95	100	98	100	100

Tab. 7 Skupinové botanické zloženie v tretej kosbe v roku 2017 (%)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Trávy	89	96	65	0	6	2	3	14	20	17	1	3	2
Bôbovité	6	2	11	100	94	98	96	86	75	83	99	97	98
Ostatné byliny	5	2	23	0	0		1	0	2		0		
Prázdne miesta	0	0	1		0		0	0	3				
<i>Bromus inermis</i> × <i>Festulolium</i>			55								1	3	2
<i>Trifolium pratense</i>	89 6	96 0	0	100	6 93	2 98	3 96	13 86	20 74	17 83	99	97	98
Spolu z výsevku siate druhy	95	96	55	100	99	100	99	99	94	100	100	100	100

Tab. 8 Skupinové botanické zloženie vo štvrtej kosbe v roku 2017 (%)

Agrobotanická skupina – druh / variant	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----

Trávy	93	94	63	3	28	25	25	28	24	21	15	10	8
Bôbovité	2	3	17	82	69	73	71	69	75	77	81	86	85
Ostatné byliny	5	3	20	10	3	2	4	2	1	2	0	3	5
Prázdne miesta				5	0	0	1	1	0		4	1	2
<i>Bromus inermis</i> × <i>Festulolium</i>	88	91	55		8	6	5	5	6	4	2	1	1
<i>Trifolium pratense</i>			2	79	67	70	68	68	72	75	77	82	82
Spolu z výsevku siete druhý	88	91	57	79	75	76	73	73	78	79	79	83	83

Tab. 9 Druhovú botanickú zloženie v prvej kosbe v roku 2018 (%)

Agrobotanická skupina – druh / variant	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Trávy	87	88	80	4	44	37	38	39	44	50	38	27	25
Bôbovité	6	5	4	84	46	49	57	54	45	42	54	62	55
Ostatné byliny	7	5	15	10	10	14	5	7	10	8	6	11	17
Prázdne miesta	0	2	1	2	0	0		0	1		2		3
<i>Bromus inermis</i> <i>Leyss.</i>			73								33	25	22
<i>Dactylis glomerata</i> L.	86	85			43	37	35	37	41	45			
× <i>Festulolium</i>	1	3	3	2		0	2	0	2	2	2	1	3
<i>Poa annua</i> L.	0		2	2	1	0	1	2	1	3	2		0
<i>Poa trivialis</i> L.													
<i>Medicago lupulina</i> L.	2	0							1		1		
	0		0	80	46	42	56	49	42	40	50	60	53
<i>Trifolium pratense</i> L.	2	5	4	4	0	7	1	5	2	2	3	2	2
<i>Trifolium repens</i> L.	1												
<i>Vicia cracca</i> L.	1												
<i>Vicia sepium</i> L.													
<i>Achillea millefolium</i> Mill	1	2	2		1		0		0	0			0
	0	1	2	2	1	2	1	1		1	1	1	2
<i>Anthemis arvensis</i> L.			3	6		4	2	5	5	3	3	7	7
<i>Capsella bursa-</i> <i>pastoris</i> (L.) M		0	0	0		1							
<i>Campanula</i> sp. L.			0						0	0		1	0
<i>Leontodon</i> sp. L.	2	0	2	0	2		1	1	2	1	2	1	2
<i>Leucanthemum</i> <i>vulgare</i> L.	1		0								0		0
<i>Myosotis</i> sp. L.		0	0										
		1	4			2			2	1		1	3
<i>Plantago lanceolata</i> L.			0								0		
	0												
<i>Plantago media</i> L.		0	1		1		1	0	1				1
<i>Potentilla anserina</i> L.	1	1	1	2	2	2	0			1			2
					2	2							
<i>Ranunculus</i> sp. L.	2	0		0	1	1				1			0
<i>Rumex actosella</i> L.													
<i>Stellaria graminea</i> L.													
Spolu	27	15	13	18	11	11	12	11	9	12	13	11	15
Počet druhov – Výsevok		14	12	17	10	9	10	9	7	10	11	9	13

Spolu z výsevku siete druhý	86	85	73	80	89	89	91	86	83	85	83	85	75
--------------------------------	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Tab. 10 Skupinové botanické zloženie v druhej kosbe v roku 2018 (%)

Agrobotanická skupina – druh / variant	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Trávy	86	86	67	4	9	19	37	33	35	28	9	8	5
Bôbovité	7	4	13	87	68	73	56	62	55	67	79	82	68
Ostatné byliny	6	5	18	6	14	7	5	4	7	4	11	5	13
Prázdne miesta	1	5	2	3	9	1	2	1	3	1	1	5	14
<i>Bromus inermis</i> × <i>Festulolium</i>	85	80	58		9	18	37	33	33	25	9	8	5
<i>Trifolium pratense</i>	0			87	61	70	56	60	51	67	75	80	68
Spolu z výsevku siete druhý	85	80	58	87	70	88	93	93	84	92	84	88	73

Tab. 11 Skupinové botanické zloženie v tretej kosbe v roku 2018 (%)

Agrobotanická skupina – druh / variant	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Trávy	88	91	68	1	7	5	2	10	9	10	2	2	3
Bôbovité	7	3	8	93	85	92	96	88	83	86	91	93	86
Ostatné byliny	4	5	19	5	7	3	2	2	7	4	7	3	7
Prázdne miesta	1	1	5	1	1		0		1	0	0	2	4
<i>Bromus inermis</i> × <i>Festulolium</i>	80	88	58		6	5	2	10	9	7	1	2	1
<i>Trifolium pratense</i>				89	81	90	92	87	79	83	86	90	80
Spolu z výsevku siete druhý	80	88	58	89	87	95	94	97	88	90	87	92	81

Tab. 12 Priemerné zastúpenie ostatných bylín (%) na jednotlivých variantoch a v priemere rokov za varianty a v skupinách variantov

Variant	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
2016	15,0	3,5	13,5	3,5	10,0	4,5	4,5	6,0	4,5	5,0	8,0	6,5	5,5
2017	4,0	1,0	15,3	0,7	1,3	0,0	0,3	1,0	2,0	0,0	1,3	0,3	0,3
2018	5,7	5,0	17,3	7,0	10,3	8,0	4,0	4,3	8,0	5,3	8,0	6,3	12,3
Priemer	8,2 ^b	3,2 ^b	15,4 ^a	3,7 ^b	7,2 ^b	4,2 ^b	2,9 ^b	3,8 ^b	4,8 ^b	3,4 ^b	5,8 ^b	4,4 ^b	6,1 ^b
Skupina	8,9		3,7	4,8			4,0			5,4			

Poznámka: Skupina predstavuje súbor trávnych druhov v čistom výseve, d'atelinu lúčnu v čistom výseve a jednotlivé miešanky s trávnych druhov s d'atelinou lúčnou pri rôznom pomere. Plnotučne je zobrazený variant výsevu stoklasu bezbranného, v ktorom podiel ostatných bylín bol najvyšší a preukazne nepatrí do štatistického súboru (Grubbsov test: $z_{kritické} 0,05 = 2,46 < z_{stoklasu} = 2,92$; $P = 0,0035$)

Z údajov v tabuľke 12 vyplýva, že pestovanie stoklasu bezbranného v čistom výseve (v daných alebo analogických pôdnoklimatických podmienkach a pri zvolenom režime) nie je vhodné, pretože poskytuje významný priestor na presadenie sa rastlín zo skupiny ostatných bylín. Pri ostatných sledovaných variantoch (výnimka medzirodový hybrid festukoidného typu Mahulena v prvom roku z titulu pomalšieho vývoja, avšak s väčšou vytrvalosťou), či už miešaniek, alebo čistých výsevov, bola prezencia ostatných bylín nízka.

Ak by sa do úvahy vzal podiel d'ateliny lúčnej vo výsevku, z výsledkov v tab. 13

vyplýva, že so znižovaním jej podielu dochádza k preukaznému nárastu pokryvnosti ostatných bylín ($r = -0,9046$; $Df = 3$; $P = 0,0365$). Pritom treba podotknúť, že pri tomto vyhodnotení čistý výsev tráv marginálne nepatrí do štatistického súboru (Grubbsov test: $Z_{kritické0,05} = 1,72 > z_{tráv} = 1,68$; $P = 0,0930$), čiže nemožno ani zamietnuť, ale ani prijať tento fakt (bez ohľadu na to, že čistý výsev tráv bol dotovaný vyššou dávkou dusíka).

Tab. 13 Podiel d'ateliny lúčnej vo výsevku a jej vplyv na zastúpenie ostatných bylín (priemer troch rokov, %)

DL	0	100	30	50	70
Byliny	8,9 ^a	3,7 ^b	5,6 ^b	4,5 ^b	4,1 ^b

2. Hodnotenie prieniku natívnych druhov do porastu

Údaje o počte druhov, udávaných vždy z prvého využitia v danom roku, sú uvedené v tabuľkách 3, 5 a 9. V žiadnom z rokov nedošlo k takému prieniku druhov, aby boli detegované nadmerné hodnoty, ktoré sú mimo rozsahu testovaného súboru. V tabuľke 14 je zobrazená pokryvnosť vysiatych druhov rastlín, počet unikátnych druhov rastlín, ktoré prenikli do vysiatych krmovín na ornej pôde a ich priemerná, trojročná suma.

Celkovo bol v roku sejby zaznamenaný najvyšší počet druhov (30 druhov rastlín), ktorý v prvom roku využitia poklesol na 22, aby vzápätí stúpol na 27 (medzi počtom druhov v jednotlivých rokoch sa nezaznamenali žiadne rozdiely). V iniciálnom roku, roku sejby, pravdepodobne z dôvodu homogenity ornej pôdy, na ktorej sa založil experiment, neboli zistené žiadne rozdiely medzi počtom druhov, t.j. medzi čistým výsevom trávnych druhov i d'ateliny lúčnej a vzájomných dvojkomponentných miešaniek ($13,00 \pm 1,08$ k $11,67 \pm 0,69$ – údaje sú priemerom $\pm$ smerodajnou odchýlkou; $P > 0,31$). Avšak v ďalších rokoch (2017: $14,50 \pm 1,76$ k $7,56 \pm 0,78$, $t = 4,25$, $Df = 11$, $P = 0,0004$; 2018: $13,25 \pm 1,49$ k $9,40 \pm 1,74$, $t = 2,94$, $Df = 11$, $P = 0,0134$), ale i v celkovom vyhodnotení experimentálneho obdobia ($13,58 \pm 1,35$ k $9,56 \pm 0,41$, $t = 3,28$, $Df = 11$, $P = 0,0028$) boli zaznamenané štatistický preukazné rozdiely medzi skupinami, pozostávajúcimi len z čistého výsevu jedného druhu a dvojkomponentnými miešankami. Z uvedeného rezultuje, že už len zvýšenie o jeden druh, resp. dvojkomponentné miešanky, pozostávajúce z dvoch rôznych komponentov (či funkčných skupín rastlín) účinne eliminuje výskyt nežiaducej flóry. Ďalším dôkazom tohto tvrdenia je aj nepriama úmera medzi celkovou pokryvnosťou vysievajúcich, šľachtených druhov a počtom „burín“ ($r = -0,5515$; $Df = 11$; $P = 0,0003$). Pokryvnosť čistých vysievajúcich

Tab. 14 Priemerná pokryvnosť vysievateľných druhov (% – horná časť 2016-2018¹), celkový počet druhov rastlín (ks) a počet druhov rastlín po zohľadnení vysievateľných druhov (spodná časť 2016-2018²)

Var.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
2016 ¹	68	93	84	92	77	91	91	88	91	90	84	87	88
2017 ¹	92	99	83	93	95	98	98	99	99	95	93	98	98
2018 ¹	86	85	73	90	89	89	91	86	83	85	83	85	75
2016 ²	14(1)	10(1)	15(1)	13(1)	16(2)	9(2)	12(2)	10(2)	12(2)	13(2)	11(2)	12(2)	10(2)
2017 ²	17(1)	11(1)	18(1)	12(1)	11(2)	8(2)	6(2)	6(2)	10(2)	4(2)	10(2)	6(2)	7(2)
2018 ²	14(1)	12(1)	17(1)	10(1)	9(2)	10(2)	9(2)	7(2)	9(2)	11(2)	9(2)	8(2)	13(2)
Priemer	15,0	11,0	16,7	11,7	12,0	9,0	9,0	7,7	10,3	9,3	10,0	8,7	10,0

Poznámka: v zátvorke je uvedený počet pôvodne vysievateľných druhov, ktoré je potrebné pripočítať za účelom získania celkového počtu druhov. Priemer je vypočítaný na základe nevysievateľných druhov, t.j. bez zarátania vysiatych druhov

druhov bola 85,9 %, ale s výskytom až 13,58 druhu počas troch rokov (údaje sú z prvých využití v roku). Nepatrný nárast pokryvnosti v miešankách na priemernú úroveň 89,9% bol sprevádzaný len s 9,56 druhu, prenikajúceho do porastu.

3. Hodnotenie zastúpenia vysiatych druhov

Variant 1 predstavovala festukoidná odroda Mahulena (6n). Je to odroda medzirodového hybridu tráv, ktorá sa prezentuje vyššou úrodou fytomasy a hustejším trsom (ČERNOCH, 2012). Po sejbe má však pomalší vývoj, preto sa v roku zakladania porastov naplno neprejaví. SKLÁDANKA *et al.* (2014) uvádzajú, že je to veľmi trvácna tráva, mrazuvzdorná, dobre odoláva napadnutiu plesňou snežnou, dobre znáša sucho i krátkodobé zamokrenie. MACLEOD *et al.* (2013) pri medzirodových hybridoch poukazujú na to, že ich vynikajúca produkcia nadzemnej fytomasy je spojená aj s regulačnou ekosystémovou službou – redukciou povrchového odtoku, t.j. znižovaním pravdepodobnosti vzniku záplav.

Počas sledovaných rokov bola priemerná pokryvnosť (SE) $84,5 \pm 2,7$ % (tabuľka 3 – 11), pričom sa zaznamenala vysoko preukazná diferencia ($t = 5,84$; $Df = 7$; $P = 0,0006$) od hypotetickej plnej pokryvnosti (100 %). Poukazujúc na ČERNOCHOM (2012) udávanú vhodnosť použitia aj do pasienkov tak napovedá, že uvedený druh, resp. odroda by zniesla aj vyššiu frekvenciu využívania než tri kosby, aby sa prezentovala vyššou pokryvnosťou.

Variant 2 bol tetraploidný medzirodový hybrid Hermes, ktorý je lolioidného charakteru. V porovnaní s predchádzajúcim hybridom má uvedená odroda rýchly vývoj po sejbe a je aj konkurenčne silnejšia (HOUDEK, 2016). Tento typ hybridov sa podobá na mätonoh mnohokvetý, avšak je odolnejší voči chladu a má aj lepšiu trvácnosť. Pre vysoké zastúpenie vodorozpustných cukrov je vhodný na priame skrmovanie i konzervovanie silážovaním (SKLÁDANKA *et al.*, 2014). S priemernou pokryvnosťou $92,8 \pm 2,5$ % štatisticky preukazne zaostával za hypotetickým plným 100 %-ným zastúpením v poraste ($t = 2,95$; $Df = 7$; $P = 0,0213$). Keďže sa doporučuje pestovať v rozsahu maximálne štyroch rokov (HOUDEK, 2016), možno očakávať, že najvyššie zastúpenie (vďaka svojím vlastnostiam) sa dosahuje v prvom a druhom roku (cca 97 % v oboch rokoch) a od tretieho možno očakávať pokles prezencie (86 %).

Čistý výsev stoklasu bezbranného (odroda Pella) predstavoval zaradený variant 3. Zaradenie tejto výbežkatej, suchomilnej trávy bolo z dôvodu predikovanej klimateckej zmeny, najmä ohľadom zrážok. Očakávané zrážky by mali byť intenzívnejšie, t.j. rovnaké množstvo zrážok padne za kratší čas, pričom interval medzi jednotlivými zrážkami sa predĺži. Dôsledkom toho by mali byť prejavy sucha a stoklasy sú typickými (v podmienkach Slovenska) predstaviteľmi, najmä na výhrevných, svahovitých stanovištiach. Stanovište Liptovská Teplička je na pôdnom type rendzina vyvinutá na dolomitoch. Už z uvedeného je zrejmé, že táto typicky plytká ornica na popraskanej materskej hornine bude produkčná len vtedy, ak bude zabezpečený pravidelný prísun vody vo forme zrážok. Prípadný ich nedostatok môže podporiť stoklas bezbranný. Avšak počas sledovanej experimentálnej periódy jednotlivé ročníky boli buď zrážkovo normálne (ročníky 2016, 2018), alebo zrážky mali výraznejší vplyv (2017). Uvedené sa odzrkadlilo aj v tom, že stoklas bezbranný mal vysoko preukazne nižší podiel na pokryvnosti variantu, než bolo očakávanie ($70,3 \pm 4,6$ %; $t = 7,33$; $Df = 7$; $P = 0,0002$). Pravdepodobne je to dané evolúciou, suchomilné druhy nemajú radi spásanie (vysoko umiestené odnožovacie uzly), resp. časté kosné využívanie, pričom pri stoklasoch MÍKA a ŘEHOŘEK (2003) odporúčajú, pre zabezpečenie dobrej vytrvalosti, kosenie na vysoké strnisko (vyššie ako 7 cm). Autori ďalej dopĺňajú to, že tento druh na stanovišti zotrúva päť a viac rokov, ale iba za predpokladu, že sa pokosí pred metaním alebo na jeho začiatku. Toto doporučené bolo splnené, avšak výška kosenia bola intenzívnejšia (výška kosienka 3 – 5 cm).

Ďatelina lúčna, odroda Hammon (4n) sa môže pestovať v čistej kultúre, ale aj

v miešankách s trávnymi druhmi, pričom podiel tráv môže mať široký interval od 1 kg trávy na 1 ha po 90 % tráv vo výsevku (HOUDEK, 2016). Priemerná pokryvnosť d'ateliny lúčnej dosiahla $92,5 \pm 2,5$ % a preukazuje sa odlišovala od hypotetických očakávaní ($t = 2,98$; $Df = 7$; $P = 0,0204$). Najmä v druhom úžitkovom roku bol zaznamenaný pokles prezencie (na 85 %), ale aj tak sa vyrovnal MRH Hermes (85 %), pričom bol vyšší v porovnaní s MRH Mahulena (84 %), ale najmä so stoklasom bezbranným (60 %, údaje sú priemerom troch kosieb v roku 2018, tabuľky 9 – 11).

Varianty 5, 8 a 11 predstavovali testovanie správania sa d'atelinotravných miešaniek, ktorých spoločnou črtou bol 70 %-ný podiel tráv vo výsevku a d'atelina lúčna mala zastúpenie vo výške 30 %. Ukázalo sa, že ani najvyšší výsevok trávneho druhu kladne neovplyvnil jeho podiel v poraste. Jasne dominovala d'atelina lúčna. V priemere produkčných kosieb (8 za tri roky) celkový podiel sledovaných vysiatych druhov bol o 50,3 %-neho bodu nižší za očakávaním (19,7 % k 70 %). Rozdiel bol štatisticky preukazný ($t = 16,23$, $Df = 23$; $P < 0,0001$). Všetky trávne druhy prispeli negatívne k tomuto hodnoteniu (MRH Mahulena $18,1 \pm 5,5$ %; $t = 9,48$; $Df = 7$; $P < 0,0001$; MRH Hermes $28,4 \pm 5,6$ %; $t = 7,48$; $Df = 7$; $P < 0,0001$; a stoklas bezbranný $11,4 \pm 4,2$ %; $t = 9,48$; $Df = 7$; $P < 0,0001$). Očakávaný podiel 30 % d'ateliny lúčnej bol v miešanke nadmerný ($72,8 \pm 3,5$ % o 42,8 % viac ako sa očakávalo: $t = 12,09$; $Df = 23$, $P < 0,0001$). Všetky trávne druhy prispeli k nadmernému podielu d'ateliny lúčnej (MRH Mahulena: $70,6 \pm 6,8$ % (+40,6 %); $t = 5,8$; $Df = 7$; $P = 0,0006$; MRH Hermes: $65,1 \pm 5,8$ % (+ 35,1%); $t = 6,0$; $Df = 7$; $P = 0,0005$; stoklas bezbranný: $79,8 \pm 5,9$ % (49,75 %); $t = 8,4$; $Df = 7$; $P < 0,0001$).

Varianty 6, 9, 12 mali vyrovnaný podiel travných druhov a d'ateliny lúčnej vo výsevku. Podiel travných druhov mierne poklesol ($16,9 \pm 2,8$ % (-33,1 % oproti očakávaniu); $t = 11,95$; $Df = 23$; $P < 0,0001$) než tomu bolo pri vysokom podiele tráv vo výsevku. Na tomto poklese sa podieľali všetky sledované druhy (MRH Mahulena $14,8 \pm 4,8$ % (-35,2 %); $t = 7,39$; $Df = 7$; $P = 0,0002$; MRH Hermes $27,9 \pm 3,9$ % (-21,1 %); $t = 5,62$; $Df = 7$; $P = 0,0008$; a stoklas bezbranný $8,0 \pm 2,9$ %; $t = 14,65$; $Df = 7$; $P < 0,0001$). Porovnanie zastúpenia travných druhov (párovým t-testom), ktoré sa odlišovali výškou zastúpenia vo výsevku d'atelinotravných miešanky poukazuje na to, že existuje marginálny rozdiel ($19,7 \pm 3,1$ % k $16,9 \pm 2,8$ % pri pomere 70 : 30 a 50 : 50; $t = 1,78$; $Df = 23$; $P = 0,0877$). Z uvedeného vyplýva, že nulovú hypotézu o neexistencii rozdielov nemožno zamietnuť, ale ani prijať. Dôsledkom toho je poznatok, že nízke zastúpenie tráv v miešanke s d'atelinou lúčnou v daných a analogických pôdnoekologických podmienkach nahráva tým okolnostiam, ktoré favorizujú nižší výsevok d'ateliny lúčnej (z ekonomického hľadiska trávne semená sú lacnejšie než osivo d'ateliny lúčnej). Podiel d'ateliny lúčnej narástol voči očakávaniu ($76,3 \pm 23,5$ % (-26,3 % oproti očakávaniu); $t = 7,53$; $Df = 23$; $P < 0,0001$). Všetky sledované varianty mali väčšie zastúpenie d'ateliny (MRH Mahulena $79,3 \pm 6,7$ % (+29,3 %); $t = 4,38$; $Df = 7$; $P = 0,0032$; MRH Hermes $63,9 \pm 4,4$ % (+13,9 %); $t = 3,15$; $Df = 7$; $P = 0,0161$; a stoklas bezbranný $85,8 \pm 12,6$ %; $t = 8,00$; $Df = 7$; $P < 0,0001$). Pri d'ateline lúčnej bolo jedno, či bolo jej zastúpenie vo výsevku miešanky 30 alebo 50 %-né ($t = 0,79$; $P > 0,43$).

Varianty s najvyšším, 70 %-ným, podielom d'ateliny lúčnej a 30 %-ným tráv mali označenie variantov 7, 10 a 13. S ďalším znížením podielu tráv vo výsevku klesla aj ich prezencia v poraste ($15,6 \pm 2,9$ % (-14,4 %)). Tento pokles opäť vysoko preukazuje zaostal za očakávaním ($t = 4,93$, $Df = 23$; $P < 0,0001$). Testované druhy prispeli k tomuto tvrdeniu rôzne (MRH Mahulena preukazuje: $15,0 \pm 5,2$ % (-15,0 %); $t = 2,87$; $Df = 7$; $P = 0,0240$; MRH Hermes sa štatisticky neodlišoval: $25,9 \pm 4,7$ % (-4,1 %); $t = 0,87$; $Df = 7$; $P = 0,4117$; a stoklas bezbranný vysoko preukazuje: $5,9 \pm 2,4$ % (-24,1 %); $t = 9,93$; $Df = 7$; $P < 0,0001$). Z uvedeného vyplýva, že pri veľmi vysokom zastúpení d'ateliny lúčnej v dvojkomponentnej miešanke s trávami, očakávaniami vyplývajúcimi z ich podielov sa v prezencii v dočasnom trávnom poraste prejavujú len tie trávy, ktoré majú rýchly vývoj po sejbe. Z uvedeného tria túto

podmienku spĺňala len odroda MRH Hermes. Zároveň sme zistili, že neexistuje rozdiel v tom, či v d'atelinotravných miešankách bol podiel trávneho komponentu 50 %-ný, alebo 30 %-ný, ich prezencia sa v pestovateľských ročníkoch podobala ($16,9 \pm 2,8$ % (výsevok 50 %) k $15,6 \pm 2,9$ % (výsevok 30%); $t = 1,18$, $Df = 23$; $P = 0,2513$). Ďatelina lúčna mala blízko k očakávaniu, vyplývajúcim zo zastúpenia vo výsevku, avšak s priemerným nárastom o 7,7 % bol tento nárast preukazný ($t = 2,29$; $Df = 23$; $P = 0,0315$). Nárast sa udial najmä na úkor stoklasu bezbranného ($83,5 \pm 5,7$ % (13,5 %); $t = 2,36$; $Df = 7$; $P = 0,0501$). Pri medzirodových hybridoch nebol až tak výrazný (MRH Mahulena: $80,8 \pm 5,9$ % (10,7 %); $t = 1,82$; $Df = 7$; $P = 0,1120$), alebo len mierne zaostal (MRH Hermes: $68,8 \pm 5,0$ % (-1,2 %); $t = 0,29$; $Df = 7$; $P = 0,81$).

Z uvedeného vyplýva, že d'atelina lúčna sa prejavila ako konkurenčne silný partner vo všetkých sledovaných pomeroch dvojkomponentných miešaniek. Za zmienku stojí uviesť to, že v priaznivých pôdnych podmienkach (neutrálna pôdna reakcia, dotovanie porastov najmä fosforečnými hnojivami počas sledovaného obdobia) sa odrazí v dočasných travných porastoch, ktorým bude dominovať práve sledovaná d'atelina lúčna. So znižovaním jej percentuálneho podielu vo výsevku bude dominovať v trávnom poraste nad očakávania.

4. Hodnotenie biodiverzity a ekosystémových funkcií

LOREAU and HECTOR (2001) prišli s konceptom posudzovania biodiverzity a ekosystémových procesov. Poukázali na to, že efekty diverzity vyplývajú z diferenciácie niky, či spolupráce medzi druhmi a môžu viesť k zlepšenej produktivite spoločenstiev (nad úroveň individuálneho druhu). Druhou skupinou, na ktorú autori poukázali, je vzťah medzi diverzitou a fungovaním ekosystémov prostredníctvom selekcie (medzidruhovej konkurencie).

Ich prístup vyústil do rovnice: $Y = N \overline{\Delta RY_i} \overline{M_i} + N \text{cov}(\Delta RY, M)$, ktorej výraz $N \overline{\Delta RY_i} \overline{M_i}$ meria efekt komplementarity a výraz $N \text{cov}(\Delta RY, M)$ meria efekt selekcie. Y predstavuje úrodu, N je počet druhov v miešanke, RY je relatívny rozdiel úrod medzi očakávaním a realitou, M úroda v čistej miešanke (monokultúre), cov je kovariancia.

Efekt selekcie (SE) sa vyskytuje, keď zmena v relatívnej úrode druhu v miešanke nie je náhodne spájaná s úrodou v čistom výseve. Preto je selekcia meraná kovarianciou (pozitívna je, ak miešankám dominuje druh s vysokou úrodou v čistom výseve, a naopak). Efekt komplementarity (CE) meria akúkoľvek zmenu v miešanke (pozitívna hodnota znamená, že prevažujú v spoločenstve priaznivé vzťahy, napr. spolupráca, či vzájomné sa dopĺňanie, negatívna, ak si druhy konkurujú). Suma týchto dvoch výrazov dáva výsledný čistý efekt biodiverzity (NE) a meria odchýlky úrod v miešankách od tých, ktoré sa očakávajú na základe produkcií monokultúr a relatívnym zastúpením druhov v miešanke (pričom pod slovom úroda je možné si predstaviť hocaký ukazovateľ, ktorý je možné merať) (LOREAU and HECTOR, 2001). Prístup autorov je zameraný najmä na ekologické štúdie (umelé zaradenie druhov, prirodzené, opisujú napr. FLOMBAUM and SALA, 2008), pričom poľnohospodárske prístupy sa menej často (ak vôbec) zvažujú. Experimentálne návrh riešenia teda poskytuje hlbšiu analýzu dôsledkov intenzívneho využívania siatych travných porastov. Navyše, tri zvolené pomery môžu presnejšie kvantifikovať vzájomné vzťahy medzi sledovanými druhmi, a tým aj zodpovednejšie praxi odporúčať kombinácie jednoduchých miešaniek. Tabuľka 15 zobrazuje výstupy vyššie spomenutého riešenia. Pre vzájomnú kompatibilitu s ekologickými experimentmi sú uvádzané údaje v gramoch na meter štvorcový (viď LOREAU, NAEEM, INCHUASTI, 2002, strana 43). Prepojenosť od produkcie v jednej lokalite, cez kontinentálnu, až globálnu mierku, vrátane vplyvu biodiverzity až na úroveň ekosystémov, možno nájsť inde (napr. LOREAU, NAEEM, INCHUASTI, 2002; HECTOR and BAGCHI, 2007; FLOMBAUM and SALA, 2008; ISBELL *et al.*, 2011).

HECTOR and BAGCHI (2007) zistili, že d'atelina lúčna je druhom, ktorý vo výraznej

miere ovplyvňuje multifunkcionalitu trávnych porastov v Európe. Zaradenie tohto druhu do experimentu poukazuje na to, že by mala byť uprednostňovaná do jednoduchých d'atelinotravných miešaniek s nižším podielom vo výsevku (t.j. 70 tráv(y) : 30 d'ateliny lúčnej) (riadok priemer tabuľky 15). Lepšie produkčné parametre poskytli sledované pomery s lolioidným MRH Hermes než festukoid Mahulena, ktorý mal najnižší čistý efekt biodiverzity (NE, tabuľka 15). Pri týchto ukazovateľoch poskytol stoklas bezbranný produkciu približne v polovici medzi oboma medzirodovými hybridmi. Tu je potrebné prízvukovať, že uvedené údaje (NE) sú prírastkom úrod (vo vyššie citovanej literatúre „transgressive overyielding“) na očakávania, vyplývajúce z úrod v čistých výsevoch. Podelením údajom faktorom 100 sa získajú úrody v tonách na hektár.

Tab. 15 Čistý efekt biodiverzity (NE), komplementarity (CE) a selekcie (SE) d'atelinotravných miešaniek

Miešanka	Pomer	NE	CE	SE
MRH Mahulena + d'atelina lúčna	70 : 30	-4	14	-18
	50 : 50	95	109	-14
	30 : 70	86	92	- 7
MHR Hermes + d'atelina lúčna	70 : 30	222	147	75
	50 : 50	109	78	30
	30 : 70	148	150	-2
Stoklas bezbranný + d'atelina lúčna	70 : 30	230	124	106
	50 : 50	200	120	80
	30 : 70	38	0	38
Priemer	70 : 30	149	95	54
	50 : 50	135	102	32
	30 : 70	91	81	10

Relatívne najnižší prírastok NE pri MRH Mahulena (var. 1) napovedá, že uvedené miešanky s d'atelinou lúčnou nie sú vhodné do kombinácie. Realita je taká, že zo všetkých variantov čistých výsevov mala práve táto odroda najvyššiu produkciu sušiny v trvaní experimentu. Aj záporné hodnoty efektu selekcie poukazujú, že miešankám dominovala d'atelina lúčna, ktorá však mala nižšiu produkciu sušiny nadzemnej fytomasy než MRH Mahulena (tabuľka 16). Z uvedeného vyplýva, že MRH Mahulenu možno pestovať, zvoleným obhospodarovaním, tak v čistom výseve (monokultúre), ako aj v miešanke s d'atelinou lúčnou. Naopak, festukoidný MRH Hermes (varianty 8, 9, 10) a stoklas bezbranný (varianty 11, 12, 13) doporučujeme pestovať len v miešankách s d'atelinou lúčnou, najlepšie však v pomere, kedy je trávny komponent najvyšší so sledovaných pomerov (variant 8, resp. variant 11).

Tab. 16 Produkcia sušiny nadzemnej fytomasy slúžiace ako podklad pre výpočet čistého efektu biodiverzity (t.ha⁻¹)

Variant	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Produkcia	8,3	5,7	6,2	7,9	8,2	9,1	8,9	8,6	7,9	8,8	9,0	9,1	7,8

V uvedenom prístupe sú však aj racionálne nedostatky: 1) celková produkcia zahŕňa aj prítomnosť burín na ornej pôde, ktorých podiely sa v celkovom prístupe nezapočítavali; 2) d'atelina lúčna i d'atelinotravné miešanky boli hnojené len PK hnojením, avšak čistý výsev trávnych druhov bol dotovaný 120 kilogramami dusíka; 3) v uvedenom prístupe nie je zohľadnený rok zakladania porastov.

Vyššie opísaný prístup má teoretické dopady ohľadom straty druhov na produkciu primárnych producentov (CARDINALE *et al.*, 2012), vrátane straty cenných vlastností,

akými reagujú jeden druh na iný (TILMAN and SNELL-ROD, 2014; ZUPPINGER-DINGLEY *et al.*, 2014), pričom tieto znalosti BRITAŇÁK (2019) využíva pri získaní generatívnych orgánov, nakoľko pri produkcii nadzemnej fyto-masy sa už aj potvrdili (van MOORSEL, 2018a, b).

5. Bonitácia trávnych porastov

Priebeh poveternostných podmienok, vznik prázdnych miest, prienik burinových druhov rastlín do porastov a v neposlednom rade i biologické vlastnosti sledovaných druhov, všetko to malo za následok, že kvalita trávnych porastov, vyjadrená bonitou podľa NOVÁKA (2004) preukazne zaostala za očakávaním, vyplývajúcim zo zloženia miešaniek, alebo čistého výsevu tráv a d'ateliny lúčnej použitých vo výsevu. Očakávanie, resp. hypotetická hodnota, s priemerom 77,88 bodu ($\pm 2,63$ štandardná chyba priemeru), bolo vyššie, než priemerná trojročná hodnota E_{GQ} $75,52 \pm 2,4$ ($t = 2,46$; $Df = 12$; $P = 0,0299$). Údaje o očakávaní druhej kosby v roku 2016 a prvých kosbách v rokoch 2017 a 2018, vrátane trojročného priemeru, sú uvedené v tabuľke 17.

Tab. 17 Bonitácia trávneho porastu: očakávania a hodnoty vypočítané na základe floristického zloženia trávneho porastu v jednotlivých pestovateľských ročníkoch

Variant/rok	Očakávania	2016	2017	2018	Priemer rokov
1	62,5 (87,5)	48,875	63,375	62,375	58,21
2	87,5	81,75	86,875	83,5	(78,29)
3	62,5	53,25	60,625	58,75	84,04
					57,54
4	87,5	81,0	85,375	79,25	81,88
5	70 (80)	67,125	75,875	71,375	71,46
6	75 (80)	79,5	78,75	70,375	(78,96)
7	80	79,0	81,25	74,875	76,21
					(84,04)
					78,38
					(83,54)
8	87,5	77,5	87,25	82,875	82,54
9	87,5	80,375	83,625	79,125	81,04
10	87,5	78,875	87,5	81,625	82,67
11	70	70,375	78,625	72,875	73,96
12	75	76,125	82,75	73,25	77,38
13	80	77,125	84,5	67,75	76,46

Poznámka: v zátvorke je uvedené číslo ak sa zmení prístup ohodnotenia krmovinárskej hodnoty odrody MRH Mahulena na úroveň odrody MRH Hermes. Údaje sú pozmenené len pre stĺpec očakávanie a priemer rokov. Z priestorových dôvodov hodnoty v jednotlivých rokoch neuvádzame (ale sú zarátané v priemere, ako aj v štatistických hodnoteniach v texte)

Vzájomný vzťah medzi E_{GQ} a podielom jednotlivých floristických skupín bol rozporuplný. Dalo by sa povedať, že podľa očakávania bonita trávneho porastu (všetky roky) bola nepriamo úmerná podielu ostatných bylín ($r = -0,7263$; $Df = 37$; $P < 0,0001$). Je to dôsledkom toho, že byliny nie sú preferovanou zložkou trávnych porastov, preto je aj ich krmovinárska hodnota nízka. Protipólom je podiel bôbovitých. Výsledná bonita trávneho porastu sa priamoúmerne zvyšovala s ich stúpajúcim podielom ($r = 0,5840$; $DF = 37$; $P < 0,0001$). Rozporuplnosť bonitácii dáva zaradenie medzirodových hybridov. Hybridy

pozostávajú z dvoch komponentov mätonohu trváceho a kostravy lúčnej (MACLEOD *et al.*, 2013) alebo mätonohu mnohokvetého a kostravy trst'ovníkovitej alebo lúčnej (ČERNOCH *et al.*, 2012; HOUDEK, 2016). Potom je na subjektívnom zvážení hodnotiteľa, aké bodové hodnotenie priradiť danému hybridu (NOVÁK, 2008). Ak bude braný prístup podľa informácií od šľachtiteľov, MRH Mahulena je ako festukoid hendikepovaný (5 bodov krmovinárskej hodnoty z maximálne 8) voči MRH lolioidu Hermes (7 bodov; NOVÁK, 2004). Dôsledky sú nasledovné: v celom súbore je priemerná bonita E_{GQ} 75,52 s tým, že vzájomný vzťah bonity so stúpajúcim podielom tráv v porastoch nie je priamou úmerou a je aj preukazný ($r = -0,3892$; $Df = 37$; $P = 0,0143$). Určitým spôsobom to nemá logiku a ide to proti zámeru pestovateľov. Ale ak sa pristúpi k tomu, že rodičovský materiál (aj napriek kostrave trst'ovníkovitej) MRH Mahulena bude na úrovni lolioidov, potom sa situácia dramaticky zmení, nielen pri vzťahu medzi podielom tráv a E_{GQ} ($r = -0,1804$; $Df = 37$; $P = 0,27$) – čiže zastúpenie tráv neovplyvňuje bonitu, potom aj celý súbor má pozmenené očakávania a to, čo sa v priebehu rokov zaznamenalo (očakávanie: $80,91 \pm 2,20$ bodu vs. realita $78,52 \pm 1,94$; $t = 2,06$; $Df = 12$; $P = 0,0615$). Z toho vyplýva, že nárast v očakávaní plne produkčného porastu má určitú tendenciu (marginálna preukaznosť) za nimi zaostávať v realite, v dôsledku prieniku nežiaducich, burinových druhov do porastov.

Z uvedeného rezultuje, že hodnotenie bonity trávnych porastov má opodstatnenie pri rýchlom skríningu predpokladanej kvality, najmä však na trvalých trávnych porastoch. Z dôvodu zavedenia šľachtených druhov na ornú pôdu, alebo v príseve do trvalého trávneho porastu toto hodnotenie nemusí mať v spomenutých trávnych porastoch opodstatnenosť.

Záver

- Stoklas bezbranný by nemal byť nosným druhom pestovaným v čistom výseve a ani v jednoduchých, dvojkomponentných miešankách s d'atelinou lúčnou. Platí to pre dané a podobné pôdnoekologické podmienky.
- Prítomnosť d'ateliny lúčnej napomáha eliminovať ostatné lúčne byliny. Čím vyššie bolo jej zastúpenie v jednoduchej miešanke (až po čistý výsev), tým boli v menšom zastúpení.
- Už dvojkomponentná miešanka výrazne znižuje prítomnosť nevysiatych druhov, ktoré v menšom rozsahu kolonizujú, resp. sa presadzujú z pôdnej zásoby semien, alebo z okolitého prostredia.
- Na základe merania čistého efektu biodiverzity (a jeho komponentov) možno odporúčať pestovanie lolioidného MRH Hermes s d'atelinou lúčnou. Túto miešanku zakladať v pomere 70 % trávneho druhu a 30 % d'ateliny lúčnej.
- MRH Mahulenu pestovať aj v čistom výseve s kosným spôsobom využívania.
- Hodnotenie kvality trávneho porastu prostredníctvom jeho bonity nepoužívať pri intenzívnom pestovaní viacročných krmovín na ornej pôde.

Literatúra

1. BRITAŇÁK, N. 2019. Možnosti získavania osiva d'ateliny lúčnej s lepšími biologickými vlastnosťami. Banská Bystrica : NPPC – VÚTPHP, 8 s.
2. CARDINALE, B.J., DUFFY, J.E., GONZALEZ, A., HOOPER, D.U., PERRINGS C., VENAIL, P., NARWANI, A., MACE, G.M., TILMAN, D., WARDLE, D.A., KINZIG, A.P., DAILY, G.C., LOREAU, M., GRACE, J.B., LARIGAUDERIE A., SRIVASTAVA, D.S., NAEEM, S. 2012. Biodiversity loss and its impact on humanity. *Nature* 2012 (486) 7401: 59-67
3. ČERNOCH, V. a kol. 2012. Nově povolené odrůdy z Hladkých Životic. In *Pícninářské listy*, roč. XVIII., 2012, s.13-16. ISBN 978-80-87091-32-6

4. FLOMBAUM, P., SALA, O.E. (2008) Higher effect of plant species diversity on productivity in natural than artificial ecosystems. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 2008 (105) 16: 6087-6090
5. GÁBORČÍK, N., JAVORKOVÁ, A. 1980. Dynamika narastania pratorénov vrátane základných produkčných procesov : Záverečná správa. Banská Bystrica : VÚLP, 1980, 52 s.
6. GEJGUŠ, J., KOVÁČ, L. 2000. Produkcia úrody a minerálnych látok v d'atelinotravných miešankách. In *IV. Dni výživy a veterinárnej dietetiky: (zborník z medzinárodnej vedeckej konferencie)*, Košice: Univerzita veterinárneho lekárstva, s. 263-268.
7. HECTOR, A., BAGCHI, R. (2007) Biodiversity and ecosystem multifunctionality. *Nature* 2007 (448) 7150: 188-190
8. HOUDEK, I. 2010. Perspektivní druhy a odrůdy trav a jetelovin z ŠS Hladké Žitovice, s.r.o. In *Kvalita píce z travních porostů a chov skotu v měnících se ekonomických podmínkách : Sborník z celostátní vědecké konference s mezinárodní účastí konané 14.října 2010 v sále zámku Kunín*. Praha : VÚRV, v.v.i. Praha-Ruzyně, Výzkumná stanice Jevíčko, 2010, s.61-67. ISBN 978-80-7427-043-7.
9. HOUDEK, I. 2014. Praktické poznámky ke kvalitě píce trav při postupné sklizni. In *Pícninářské listy*, ročník XX, 2014, s.56-59. ISBN 978-80-87091-50-0.
10. HOUDEK, I. 2016. Nové odrůdy MRH a ich využitie. Osobná informácia.
11. HOUDEK, I. 2019. Nové odrůdy MRH a ich využitie. Osobná informácia.
12. ILAVSKÁ, I., KIZEKOVÁ, M. 2012. Uplatniteľnosť nových druhov a odrôd v meniacich sa podmienkach prostredia. Záverečná správa. Piešťany : CVRV – VÚTPHP, 2012, 28s.
13. ISBELL, F., CALCAGNO, V., HECTOR, A., CONNOLLY, J., HARPOLE, W.S., REICH, P.B., SCHERER-LORENZEN, M., SCHMID, B., TILMAN, D., van RUIJVEN, J., WEIGELT, A., WILSEY, B.J., ZAVALA, E.S., LOREAU, M. 2011. High plant diversity is needed to maintain ecosystem services. *Nature* 2011 (477) 7363: 199-202
14. JAMRIŠKA, P. 2000. Lepšie využívajme prednosti d'atelinotravných miešaniek. In *Naše pole*, roč. IV., 2000, č. 3, s. 18.
15. KLIMEŠ, F. a kol. 2001. Odrůdy jetele lučního v různých ekologických podmínkách. In *Úroda*, 49, 8, s. 23-25.
16. LISTINA REGISTROVANÝCH ODRŮD. 2019. roč. LI., čiastka 17, august 2019, s. 4-8.
17. LOREAU M., HECTOR, A. 2001. Partitioning selection and complementarity in biodiversity experiments. *Nature* 2001 (412) 6842: 72-76
18. LOREAU, M., NAEEM S., INCHUASTI P. 2002. *Biodiversity an Ecosystem Functioning: Synthesis and Perspectives*. Oxford & New York : Oxford University Press, 2007 (re-print), 294 p., ISBN 978-0-19-851571-5
19. MACLEOD, C.J.A., HUMPHREYS, M.W., WHALLEY, W.R., TURNER, L., BINLEY, A., WATTS, C.W., SKØT, L., JOYNES, A., HAWKINS, S., KING, I.P., O'DONOVAN S., HAYGARTH, P.M. 2013. A novel grass hybrid to reduce flood generation in temperate regions. *Scientific Reports* 2013, 3, 1683; doi:10.1038/srep01683
20. MÍKA, V., ŘEHOREK, V. 2003. Svěrepy ve střední Evropě. VÚRV : Praha – Ruzyně. 2003. 151 s. ISBN 80-86555-39-9
21. NOVÁK, J. 2004. Evaluation of grassland quality. *Ekológia* : Bratislava, Volume 23, 2004, Issue 2, pp127-143, e-ISSN 1337-947X
22. NOVÁK, J. 2008. Otázka subjektivity zaradenia medzirodových hybridov k jednotlivým odrodám na základe rodičovských komponentov, vrátane fenologických fáz. Osobná komunikácia.
23. PETRIKOVIČ, P., SOMMER, A. 2002. Potreba živín pre hovädzí dobytok. Nitra : VUŽV, 2. aktual. vyd., 2002, 62 s. ISBN 80-88872-21-9
24. SKLÁDANKA, J. et al. 2014. Pícninářství. 1. vyd. , 2014. 368 s. ISBN 978-80-7509-111-6

25. TILMAN, D., SNELL-ROD, E.C. 2014. Biodiversity breeds complementarity. *Nature* 2014 (515) 7525: 108-111.
26. VAN MOORSEL, S.J., HAHN, T., WAGG, C., DE DEYN, G.B., FLYNN, D.F.B., ZUPPINGER-DINGLEY, D., SCHMID, B. 2018a. Community evolution increases plant productivity at low diversity. *Ecology Letters* 2018 (21) 1: 128-137
27. VAN MOORSEL, S.J., SCHMID, M.W., HAHN, T., ZUPPINGER-DINGLEY, D., SCHMID, B. 2018b. Selection in response to community diversity alters plants performance and functional traits. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 2018 (33) 1: 51-61
28. VORLÍČEK, Z. 2008. Jeteloviny a jetelovinotrávy pro výrobu kvalitní objemné píče. In *Agromagazín*, roč. 9, 2008, č. 4, s. 10-12.
29. ZUPPINGER-DINGLEY, D., SCHMID, B., PETERMANN, J.S., YADAV, V., DE DEYN, G.B., FLYNN, D.F. 2014. Selection for niche differentiation in plant communities increases with biodiversity effects. *Nature* 2014 (515) 7525: 108-111.

Kontaktná adresa

Ing. Iveta Ilavská, PhD., Ing. Norbert Britaňák, PhD., Mgr. Ľubomír Hanzes, PhD., Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum Lužianky, Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva Banská Bystrica, Regionálne výskumné pracovisko Liptovský Hrádok, Gašperíkova 599, 033 01 Liptovský Hrádok
 mail: iveta.ilavska@nppc.sk

MONITORING OBSAHU MINERÁLNYCH LÁTOK V PÔDE A NADZEMNEJ BIOMASE TRVALÝCH TRÁVNÝCH PORASTOV MONITORING OF MINERAL CONCENTRATION IN SOIL AND ABOVEGROUND BIOMASS OF PERMANENT GRASSLANDS

Miriám KIZEKOVÁ¹ - Jozef ČUNDERLÍK¹ - Zuzana DUGÁTOVÁ¹ - Ľubica JANČOVÁ¹ -
Radoslava KANIANSKA² - Jarmila MAKOVNÍKOVÁ³ - Nikola BENKOVÁ²

¹NPPC – Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva, Banská Bystrica

²UMB Banská Bystrica, Fakulta prírodných vied, Katedra životného prostredia, Banská
Bystrica

³NPPC – Výskumný ústav pôdoznanectva a ochrany pôdy, Bratislava

Abstract

The aim of monitoring was to assess dry matter yield and mineral content in soil and above-ground biomass of extensive permanent grasslands located in various climatic conditions. The monitoring was conducted in May 2014 and May 2015 in Medovarce, Čoltovo, Tajov and Liptovská Teplička. Grassland soils have low content of P (0.52 mg.kg^{-1} – $3. \text{ mg.kg}^{-1}$) and high content of Mg (269 mg.kg^{-1} – $1233.15 \text{ mg.kg}^{-1}$). On average of two years (2014 and 2015) the highest dry matter yield (8.30 t.ha^{-1}) was found in permanent grassland in Medovarce located in warm climatic region on the bank of the river Štiavnica with good moisture conditions. In terms of animal requirements, extensive grasslands had optimal or high content of P (2.67 g.kg^{-1} – 3.23 g.kg^{-1}) and Ca (6.36 g.kg^{-1} – 9.83 g.kg^{-1}). Optimal Ca : P ratio was observed with pasture in Tajov (1 : 1.92). Content of soil K was low or high, however its concentration in herbage doubled requirements of animals. The highest Mg concentration had permanent grassland in Liptovská Teplička where the highest Mg content in soil was found.

Keywords: permanent grasslands, minerals, soil, above-ground biomass

Súhrn

Cieľom monitoringu bolo zhodnotiť produkciu sušiny a obsah minerálnych látok pôde a nadzemnej fytomase extenzívne využívaných trvalých trávnych porastov, ktoré sa nachádzali v rôznych klimatických podmienkach. Monitoring prebiehal v máji v roku 2014 a 2015 na stanovišti Medovarce, Čoltovo, Tajov a Liptovská Teplička. Pôda pod trvalými trávami sa vyznačovala nízkou koncentráciou fosforu ($0,52 \text{ mg.kg}^{-1}$ – $3,82 \text{ mg.kg}^{-1}$) a vysokým obsahom horčíka (269 mg.kg^{-1} – $1233,15 \text{ mg.kg}^{-1}$). V priemere dvoch rokov (2014 a 2015) dosahoval v máji najvyššiu úrodu sušiny ($8,30 \text{ t.ha}^{-1}$) trvalý trávny porast v Medovarciach nachádzajúci sa teplej klimatickej oblasti na brehu rieky Štiavnica s dobrými vlhkovými pomermi. Z hľadiska potrieb zvierat sa extenzívne využívané trávne porasty vyznačovali optimálnym až vysokým obsahom P ($2,67 \text{ g.kg}^{-1}$ – $3,23 \text{ g.kg}^{-1}$) a Ca ($6,36 \text{ g.kg}^{-1}$ – $9,83 \text{ g.kg}^{-1}$). Optimálny pomer Ca : P (1 : 1,92) dosiahol pasienkový porast v Tajove. Obsah K v pôde bol stredný až vysoký, avšak jeho koncentrácia v nadzemnej fytomase dvojnásobne prekračovala potreby hospodárskych zvierat. Najvyššia koncentrácia Mg bola zaznamenaná vo fytomase trávneho porastu v Liptovskej Tepličke, kde bol zistený najvyšší obsah Mg v pôde.

Kľúčové slová: trvalé trávne porasty, minerálne látky, pôda, nadzemná biomasa

Úvod

Trvalé trávne porasty sú komplexné spoločenstvá a poskytujú celý rad ekosystémových služieb. K ich najvýznamnejšie hodnoteným ekosystémovým službám patrí

v súčasnosti produkcia a kvalita objemového krmiva, zachovanie biodiverzity, regulácia klímy, ekosystémové služby spojené s kolobehom živín a vody, a kultúrne služby.

Popri obsahu živín a energie, kvalitu krmiva z trávnych porastov determinuje aj obsah minerálnych látok. Minerálne živiny sú potrebné pre reguláciu fyziologických a biochemických procesov. Ich nedostatok sa prejavuje poruchami metabolizmu s následným zhoršením zdravotného stavu zvierat (Brestenský a kol., 2015, Whitehead, 2000). Obsah minerálnych látok v trávnych porastoch závisí od obsahu prijateľných živín v pôde, vývojového štádia, termínu zberu a botanického zloženia. Pre extenzívne využívané trávne porasty je charakteristické vyššie zastúpenie bôbovitých a bylín (Paulisová a kol., 2019), ktoré sa v porovnaní s trávnymi druhmi vyznačujú vyšším obsahom minerálnych látok, osobitne vápnika (Gregorczyk a kol., 2017).

Cieľom monitoringu bolo zhodnotiť zásobenie pôd prijateľnými živinami, fosforom, draslíkom a horčíkom, porovnať produkčný potenciál trvalých trávnych porastov nachádzajúcich sa v rôznych environmentálnych podmienkach a posúdiť obsah minerálnych živín v nadzemnej fytomase z hľadiska výživy zvierat.

Materiál a metódy

Hodnotenie obsahu minerálnych látok prebiehalo na trvalých trávnych porastoch v rokoch 2014 a 2015 v lokalitách Medovarce, Čoltovo, Tajov a Liptovská Teplička. Stanovište Medovarce (ME) sa nachádza na Podunajskej nížine (151 m n. m.) v okrese Krupina. Patrí do teplej klimatickej oblasti, klimatického okrsku T5 – teplý, mierne suchý s chladnou zimou, dlhodobým úhrnom zrážok 606 mm, priemernou ročnou teplotou 9,5 °C. Pôdnym typom je fluvizem modálna, nekarbonátová, vyvinutá na fluvialných sedimentoch. Trávny porast sa nachádza na brehu rieky Štiavnica, na jar 2014 a 2015 sa využíval kosením a v druhej polovici vegetačného obdobia porast spásali ovce. Stanovište Čoltovo (nadmorská výška 357 m n.m.) je lokalizované v oblasti Slovenského krasu v okrese Rožňava. Nachádza sa v teplej klimatickej oblasti, klimatickom okrsku T7 – teplom, mierne vlhkom s chladnou zimou, s dlhodobým úhrnom zrážok 620 mm a priemernou ročnou teplotou 8,6 °C. Pôdnym typom je kambizem, pôdny druh je hlinitá pôda. Na stanovišti je poloprírodný trávny porast s výskytom teplomilnej vegetácie. Lokalita Tajov patrí do podhorskej oblasti a nachádza sa v Kremnických vrchoch (nadmorská výška 597 m n.m.) v okrese Banská Bystrica. Patrí do mierne teplej klimatickej oblasti, klimatického okrsku M7 – mierne teplého silne vlhkého vrchovinového, s dlhodobým úhrnom zrážok 795 mm a priemernou ročnou teplotou 8,1 °C. Pôdnym typom je kambizem, pôdny druh je hlinitá pôda. Poloprírodný trávny porast so zastúpením spoločenstva *Mesobromion* slúži počas vegetačného obdobia ako pasienok pre ovce. Pre hodnotenie trávnych porastov v horskej oblasti bola vybraná Liptovská Teplička. Táto lokalita sa nachádza v Nízkych Tatrách, v mierne chladnom klimatickom okrsku, s dlhodobým úhrnom zrážok 950 mm a priemernou ročnou teplotou 6,2 °C. Pôdnym typom je rendzina, pôdny druh je hlinitá pôda. V Liptovskej Tepličke (nadmorská výška 934 m) bol vybraný poloprírodný trávny porast, ktorý sa využíva ako jednokosná lúka s prepasením v jesennom období. Na každom stanovišti bolo analyzované botanické zloženie v štyroch opakovaniach na ploche 8 m². Na jar boli odobrané vzorky pôdy zo štyroch bodov v tvare písmena Z (Hrivňáková a kol., 2011). Vzorky nadzemnej biomasy boli odobrané v rovnakom bode z plochy 0,5 m x 0,5 m. Agrochemický rozbor pôdy, stanovenie úrody sušiny, obsahu dusíkatých látok (NL), fosforu (P), draslíka (K), vápnika (Ca) a horčíka (Mg) v nadzemnej biomase sa vykonalo v laboratóriu NPPC - VÚTPHP Banská Bystrica v zmysle platných legislatívnych predpisov (Vyhláška MP SR č. 151/2016, Výnos MP SR č. 2145/2004-100).

Výsledky a diskusia

Hodnota pôdnej reakcie sa na stanovištiach Medovarce, Čoltovo a Tajov pohybovala v slabo kyslej až kyslej oblasti. Neutrálna pôdna reakcia bola zaznamenaná len v lokalite Liptovská Teplička. Pre všetky stanovištia bol charakteristický nízky obsah fosforu v pôde a vysoký až veľmi vysoký obsah horčíka (Tab. 1). Nízky obsah fosforu pod trávnyimi ekosystémami vplyvom ich dlhodobého extenzívneho využívania bez pravidelného hnojenia uvádza Kobza (2013). Dobrú zásobenosť pôd horčíkom dokumentujú výsledky pravidelného monitoringu pôd Slovenska (Kobza a kol., 2010).

Tab. 1 Pôdne chemické vlastnosti trvalých trávnych porastov na vybraných stanovištiach

Parameter	Medovarce	Čoltovo	Tajov	Liptovská Teplička
pH	5,08	5,11	4,19	6,94
N _{tot} (g.kg ⁻¹)	1,91	2,12	4,14	5,16
P (mg.kg ⁻¹)	3,02	2,16	0,52	3,82
K (mg.kg ⁻¹)	140,20	238,24	136,22	300,33
Mg (mg.kg ⁻¹)	569,18	269,80	631,80	1233,15
C _{ox} (g.kg ⁻¹)	13,88	21,21	42,30	51,30
C:N	7,29	10,00	10,21	9,94

Na začiatku vegetačného obdobia (máj) bola v priemere dvoch rokov zaznamenaná úroda sušiny od 0,95 t.ha⁻¹ do 8,30 t.ha⁻¹. Signifikantný rozdiel v produkcii sušiny je daný environmentálnymi podmienkami monitorovaných stanovišť. Naše výsledky sú v súlade s autormi Gilmanov a kol. (2010), ktorí uvádzajú, že úrodu trávnych porastov ovplyvňujú interné faktory trávnych ekosystémov ako sú pôda a jej vlhkosťný režim, a externé faktory ako sú teplota ovzdušia a zrážky. Najvyššiu produkciu sušiny dosiahol trvalý trávny porast nachádzajúci sa na fluvizemi na brehu rieky Štiavnica v Medovarciach. V mierne teplej a chladnej klimatickej oblasti poskytli trvalé trávne porasty úrodu sušiny v priemer od 1,39 t.ha⁻¹ do 1,42 t.ha⁻¹. Najnižšia produkcia bola evidovaná na trávnom poraste s výskytom teplomilnej vegetácie v Čoltove (Tab.2).

Tab. 2 Úroda sušiny a pokryvnosť agrobotanických skupín trávnych porastov

Stanovište	Úroda	Trávy	Bôbovité	Ostatné byliny
ME	8,30 ^a	71,25	6,75 ^b	22,00 ^{bc}
ČO	0,95 ^b	58,75	13,00 ^{ab}	28,25 ^{ab}
TA	1,42 ^b	61,50	20,00 ^a	18,50 ^c
LT	1,39 ^b	62,50	6,25 ^b	31,25 ^a
P hodnota	< 0,000	0,278	< 0,000	< 0,000

Štatisticky preukazne ($P < 0,01$) najnižšie hodnoty obsahu NL dosiahol trávny porast v Medovarciach. Dôvodom nízkej koncentrácie dusíka v biomase trávneho porastu bol pravdepodobne tzv. zried'ovací efekt, kedy sa s rastúcou produkciou sušiny znižuje koncentrácia dusíka v rastlinných pletivách (Lemaire a kol., 2008). Z hľadiska nárokov hospodárskych zvierat na obsah P sa fytomasa hodnotených porastov vyznačovala ich prijateľnou koncentráciou. Signifikantne najvyššiu koncentráciu P zaznamenal pasienkový porast v Tajove, kde bol paradoxne zistený najnižší obsah prijateľného P v pôde (Tab. 2). Pre hodnotené trávne porasty bola charakteristická vysoká koncentrácia Ca v nadzemnej fytomase. Optimálnym hodnotám obsahu Ca v krmive z hľadiska zvierat sa približoval pasienkový porast v Tajove. Na stanovišti Medovarce, Čoltovo a Liptovská Teplička sa

koncentrácia Ca pohybovala od 8,61 g.kg⁻¹ do 9,83 g.kg⁻¹ a odporučené hodnoty pre výživu zvierat prekračovala o 43 % až 63 %. Vyššie hodnoty Ca v nadzemnej biomase sa prejavili v pomere Ca : P širšom ako 3:1. Brestenský a kol. (2015) uvádza, že optimálny pomer Ca : P je 1,5 - 2 : 1 a pri širšom pomere dochádza k zápornej bilancii fosforu a klesá úroveň využitia všetkých živín.

Tab. 3 Obsah dusíkatých látok, P, K, Ca, Mg (g.kg⁻¹) a pomery živín v nadzemnej fytomase trávnych porastov

Stanovište	NL	P	K	Ca	Mg	Ca:P	(Ca +Mg) : K
ME	104,65 ^c	2,85 ^b	20,16	9,26 ^a	1,83 ^c	3,26 ^a	0,56
ČO	134,76 ^b	3,23 ^a	22,43	9,83 ^a	2,64 ^b	3,08 ^a	0,57
TA	153,55 ^a	3,31 ^a	22,40	6,36 ^b	2,69 ^b	1,92 ^b	0,42
LT	114,61 ^b	2,67 ^b	20,09	8,61 ^a	3,84 ^a	3,34 ^a	0,64
P hodnota	< 0,000	< 0,000	0,350	< 0,000	< 0,000	< 0,000	0,026

Napriek tomu, že sa koncentrácia prijateľného K v pôde pohybovala od 136,22 g.kg⁻¹ v Tajove do 300 g.kg⁻¹ v Liptovskej Tepličke, jeho obsah v nadzemnej fytomase varíroval od 20,09 g.kg⁻¹ do 22,43 g.kg⁻¹ (Tab. 2) a dvojnásobne prekračoval potreby hospodárskych zvierat na K v nadzemnej fytomase trávnych porastov. Vysoký obsah K v krmive trávneho porastu napriek strednej až nízkej koncentrácii prijateľného K v pôde pozorovali aj Hejduk (2011) a Jančovič a kol. (2012) pri sledovaní vplyvu rôznej intenzity hnojenia na zmenu chemických vlastností pôdy a obsahu živín v nadzemnej biomase trávneho porastu. Nadbytok K vo fytomase trávnych porastov z hľadiska výživy zvierat je všeobecne známy (Jančovič a kol., 2005) a jeho vysoká koncentrácia má nepriaznivý vplyv na zdravie zvierat najmä pri súčasnom nedostatku Mg. Niektorí autori uvádzajú (Tallowin a Jefferson, 1999, Whitehead, 2000), že trávne porasty sa v jarnom období vyznačujú nízkou koncentráciou Mg, čo pri prebytku K spôsobuje tetanické kŕče. Na monitorovaných trávnych porastoch obsah Mg v nadzemnej fytomase v máji prekračoval hodnotu 2 g.kg⁻¹ a pomer (Ca +Mg) : K nepresiahol limitnú hodnotu 1 : 2,2. Najvyššia koncentrácia Mg bola zistená vo fytomase trávneho porastu v Liptovskej Tepličke (3,84 g.kg⁻¹), kde sa aj pôda vyznačovala veľmi vysokým obsahom Mg. Ďalším dôvodom vysokého obsahu Mg vo fytomase v Čoltove, Tajove bolo 40 % zastúpenie bôbovítých a ostatných bylín v trávnych porastoch (Tab. 2).

Záver

Dvojročný monitoring potvrdil variabilitu úrody sušiny v závislosti od environmentálnych podmienok trvalých trávnych porastov. Pôdy pod nimi sa vyznačovali nízkou koncentráciou fosforu a dostatočnou zásobenosťou horčíkom. Z hľadiska potrieb hospodárskych zvierat bol pre nadzemnú fytomasu charakteristický optimálny až vysoký obsah minerálov vrátane horčíka.

Literatúra

1. BRESTENSKÝ a kol.: Chov hospodárskych zvierat. NPPC-VÚŽV : Lužianky, 2015, 368s. ISBN 978-80-89418-41-1.
2. GILMANOV, T. G. a kol.: Productivity, respiration and light-response parameters of world grassland and agroecosystems derived from flux-tower measurements. In: Rangeland Ecology & Management, roč. 63, 2010, s. 16 - 39.
3. GRZEGORCZYK, S., ALBERSKI, J., OLSZEWSKA, M., GRABOWSKI, K., BALUCH-MALECKA, A.: Content of calcium and phosphorus and the Ca:P ratio is selected species of leguminous and herbaceous plants. In Journal of Elementology, roč. 22, 2017, č. 2, s. 663-669.

4. HEJDUK, S.: Changes of soil agrochemical characteristics in pasture influenced by mineral fertilizing. In *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae*, roč. 59, 2011, č. 1, s. 113-120.
5. HRIVŇÁKOVÁ, K. a kol.: Jednotné pracovné postupy rozborov pôd. Bratislava : VUPOP, 2011, 145 s.
6. JANČOVIČ, J., ĎURKOVÁ, E., VOZÁR, Ľ.: Krmoviny I. Pestovanie poľných krmovín. Nitra : ÚVTIP, 2005, 100 s. ISBN 80-89088-40-6.
7. JANČOVIČ, J., VOZÁR, Ľ., BAČOVÁ, S., KOVÁR, P.: Changes of agrochemical properties of cambisol under grassland after abandonment. In *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae*, roč. 60, 2012, č. 3, s. 61-67.
8. KOBZA, J.: Súčasný stav a vývoj pôd Slovenska pod trávnyimi ekosystémami. In *Ekológia trávneho porastu. Zborník vedeckých prác*. Banská Bystrica : CVRV-VÚTPHP, 2013, s. 53-58. ISBN 987-80-89417-48-3.
9. KOBZA, J. a kol.: Monitoring pôd Slovenska. Bratislava : VÚPOP, 2010, 44s. ISBN 978-80-89128-73-0.
10. LEMAIRE, G., JEUFFROY, M. H., GASTAL, F.: Diagnosis tool for plant and crop N status in vegetative stage: theory and practices for crop N management. In *European Journal of Agronomy*, roč. 28, 2008, s. 614 – 624.
11. PAULISOVÁ, M., VOZÁR, Ľ., KOVÁR, P., HRIC, P., VEREŠOVÁ, P.: Changes in floristic composition of grassland affected by the different exploitation intensity. In *Acta fytotechnica et zootechnica*, roč. 22, 2019, č. 3, s. 101-109.
12. TALLOWIN, J. R. B., JEFFERSON, R. G.: Hay production from lowland semi-natural grasslands: a review of simplifications for ruminant livestock systems. In *Grass and Forage Science*, roč. 54, 1999, s. 99 – 115.
13. VYHLÁŠKA MP SR č. 151/2016, ktorou sa ustanovujú podrobnosti o agrochemickom skúšaní pôd a o skladovaní a používaní hnojív.
14. VÝNOS MP SR č. 2145/2004-100 o úradnom odbere vzoriek a o laboratórnom skúšaní a hodnotení krmív. 2004. Vestník Ministerstva pôdohospodárstva SR, ročník 36, čiastka 22
15. WHITEHEAD, D.C.: Nutrient elements in grasslands. *Soil-Plant-Animal Relationships*. Wallingford : CABI Publishing, 2000, 369s. ISBN 0851994377.

PodĎakovanie

Tento príspevok bol spracovaný vďaka projektu „Analýza, modelovanie a hodnotenie agro-ekosystémových služieb“ č. APVV-0098-12 a rezortného projektu výskumu a vývoja „Multifunkčné hospodárenie na rôznych typoch trávnych porastov“ č. 576/2019/MPRVSR-041.

Kontaktná adresa

Ing. Miriam Kizeková, PhD., NPPC-VÚTPHP, Mládežnícka 36, 974 21 Banská Bystrica, e-mail: miriam.kizekova@nppc.sk, Ing. Jozef Čunderlík, PhD., NPPC-VÚTPHP, Mládežnícka 36, 974 21 Banská Bystrica, e-mail: jozef.cunderlik@nppc.sk, Ing. Zuzana Dugátová, NPPC-VÚTPHP, Mládežnícka 36, 974 21 Banská Bystrica, e-mail: zuzana.dugatova@nppc.sk, Ing. Ľubica Jančová, NPPC-VÚTPHP, Mládežnícka 36, 974 21 Banská Bystrica, e-mail: lubica.jancova@nppc.sk, doc. Ing. Radoslava Kanianska, CSc., UMB – Fakulta prírodných vied, Katedra životného prostredia, Tajovského 40, 974 01 Banská Bystrica, e-mail: radoslava.kanianska@umb.sk, RNDr. Jarmila Makovníková, CSc., NPPC-VÚPOP, Gagarinova 10, 827 13 Bratislava, e-mail: jarmila.makovnikova@nppc.sk, Mgr. Nikola Benková, UMB – Fakulta prírodných vied, Katedra životného prostredia, Tajovského 40, 974 01 Banská Bystrica, e-mail: nikola.benkova@umb.sk

RŮZNÉ ZPŮSOBY ZAKLÁDÁNÍ POROSTŮ JETELE PANONSKÉHO (*TRIFOLIUM PANNONICUM*) A JEJICH VLIV NA VÝNOSY SEMENE

DIFFERENT WAYS OF ESTABLISHING OF PANNONIAN CLOVER (*TRIFOLIUM PANNONICUM*) AND THEIR INFLUENCE ON SEED YIELDS

Daniela KNOTOVÁ¹ – Jan PELIKÁN²

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

²Výzkumný ústav pícninářský, spol. s r.o. Troubsko

Abstract

Experiment with Pannonian clover was established in 2016. The stands were established in two row distance (12.5 and 25 cm) in combination with two variants of sowing rate and two variants of agrotechnical interventions during vegetation (lugging and variant without agrotechnical interventions). In 2017, 2018 and 2019 seeds were harvested. In 2017 and 2019, statistically significant differences were found between the tested variants.

Keywords: Seed production, *Trifolium pannonicum*, agrotechnology

Souhrn

V roce 2016 byl založen pokus s jetelem panonským na semeno. Byly zkoušeny varianty se dvěma typy řádkových roztečí (25 a 12,5 cm) v kombinaci s dvěma typy výsevného množství a porovnávány byly varianty ošetřené vláčením s variantami neošetřenými. V letech 2017, 2018 a 2019 se ledovaly výnosy semene. V letech 2017 a 2019 byly mezi zkoušenými variantami nalezeny statisticky průkazné rozdíly.

Klíčová slova: produkce osiva, *Trifolium pannonicum*, agrotechnika

Úvod

Jetel panonský je perspektivní mrazuvzdornou plodinou do sušších podmínek. Je to druh, který roste na hlubších výživných vysychavých půdách se zásaditou reakcí. Na našem území se vyskytuje v oblasti Bílých Karpat. Je to bylina s řepovitým kořenem a vytváří krátké plazivé oddenky. Lodyhy má přímé a mohou být až 90 cm vysoké. Listy má trojčetné a lístky dlouze kopinaté a chlupaté stejně jako lodyhy (Pelikán et al. 2012). V přírodě může být zaměňován s jetelem bleďožlutým od kterého se liší robustnějším habitem a květenstvím. Hlávky jetele panonského jsou větší a dlouze stopkaté, zatímco u jetele bleďožlutého jsou hlávky jsou téměř přisedlé v paždí nejvrchnějších listů (Prančl 2012). Květy jetele panonského jsou žlutobílé, lusky obvejcovité se zobánkem a jednosemenné. Semena jsou nepravidelně srdcovitá, žlutá a lesklá. HTS se pohybuje okolo 2,8 gramů (Pelikán et al. 2016). Jetel panonský může být využíván jako komponenta do účelových jetelotravních směsí na vytrvalé louky a pastviny. Je to velmi vytrvalý druh.

V roce 2009 byla u nás registrována odrůda Panon, která vznikla individuálním výběrem z plané flóry (Pelikán et al. 2014).

Studiem devíti populací jetele panonského pocházejících z území Srbska se z hlediska kvality zabývali Petrovic et al. 2016. Při studiu kvality byl zjištěn vyšší obsah dusíkatých látek oproti druhům jetel alpský a jetel plazivý. Také Tomić et al., 2005 zjistil vyšší obsah dusíkatých látek oproti vojtěšce seté a jeteli lučnímu.

Vzhledem ke zvýšenému obsahu bioaktivních látek v jeteli panonském (flavonoidy, fenoly) je tento druh velmi odolný vůči chorobám a škůdcům. To je dobrým předpokladem

k pěstování v ekologickém zemědělství, neboť při jeho pěstování není potřeba používání ochranných chemických prostředků (Petrovic et al. 2016).

Materiál a metody

V roce 2016 byl na lokalitě Troubsko vyset bezezbytkovým secím strojem Oyord polní pokus s jetelem panonským pěstovaným na semeno. Lokalita Troubsko patří do mírně suché řepařské oblasti s nadmořskou výškou 270 m n. m., průměrný roční úhrn srážek je 512 mm a průměrná roční teplota je 9,4°C. Půda v místě pokusů je klasifikována jako luvizem modální, zrnitostním složením hlinitá až jílovitohlinitá s půdní reakcí neutrální. Průměrná zásoba P střední, zásoba K dobrá, zásoba Mg vysoká, dlouhodobý obsah humusu 1,61 % - obsah nízký, půdy jsou tedy mírně humózní.

Pokus byl založen 21. 3. 2016 metodou znáhodněných bloků ve čtyřech opakováních, velikost parcel 10 m². Varianty se lišily velikostí výsevu jetele panonského odrůdy Panon (28 a 14 kg.ha⁻¹), šířkou řádků (12,5 a 25 cm) a způsobem ošetření porostu během vegetace (neošetřené a vláčené na jaře prutovými branami, výrobce APV, záběr 6 m). Termíny vláčení: 3.4. 2017, 5.4. 2018 a 20.3. 2019. Semeno bylo sklizeno sklízecí mlátičkou Sampo, porost byl v průběhu vegetace ošetřen insekticidem Mospilan, termíny ošetření: 22.5. 2017, 10.5. 2018 a 21.5. 2019. Před sklizní semene proběhla desikace přípravkem Reglone, termíny desikace: 24.7. 2017, 3.7. 2018, 2.7. 2019. Termíny sklizní: 1.8. 2017, 10.7. 2018, 10.7. 2019.

Výsledky byly zpracovány metodou analýzy rozptylu užitím statistického softwaru Statistica 12 a následným testováním statistické významnosti rozdílů středních hodnot pomocí Tukeyova testu na hladině významnosti $\alpha = 0,05$.

Výsledky a diskuse

V roce 2017 se výnosy semene jetele panonského pohybovaly v rozmezí od 36,15 kg.ha⁻¹ do 116,20 kg.ha⁻¹ (tab. 1). Mezi zkoušenými variantami byly nalezeny statisticky průkazné rozdíly. Nejvyššího výnosu bylo v prvním užitkovém roce dosaženo u varianty vyseté do řádků 25 cm s polovičním výsevem a ošetřované vláčením.

Ve druhém užitkovém roce statisticky průkazné rozdíly nebyly nalezeny mezi žádnou ze zkoušených variant. Výnosy se pohybovaly od 48,47 kg.ha⁻¹ do 80,9 kg.ha⁻¹. Zde je nutné se zmínit, že rok 2018 byl teplotně nadnormální a srážkově podnormální. Od měsíce února až do období měsíce srpna bez významného výskytu dešťových srážek. Tím došlo k ovlivnění celkového výnosu sklizeného semene u sledovaných píceň z důvodu průběhu povětrnostních podmínek v celém vegetačním období.

Ve třetím užitkovém roce 2019 byly oproti předchozím letům výnosy více než šestinásobné. Pohybovaly se v rozmezí 334,5 kg.ha⁻¹ – 661,25 kg.ha⁻¹. Nejlepších výsledků bylo dosaženo u vláčené varianty vyseté do řádků širokých 25 cm s plným výsevem. Tato varianta byla statisticky průkazně lepší než ostatní varianty. Z grafu 1 je patrné, jak je tento rok je statisticky průkazně lepší oproti letům 2017 a 2018.

HTS se v roce 2017 pohybovala od 3,30 do 3,57 g a nejvyšší byla u vláčené varianty při šířce řádků 25 cm a polovičním výsevku. Klíčivost se v tomto roce pohybovala od 60,75 do 74,75 % a nejvyšší byla dosažena u vláčené varianty při šířce řádků 12,5 cm a plném výsevku. V roce 2018 se HTS pohybovala od 2,57 do 2,77 g a nejvyšší byla u neošetřené varianty při šířce řádků 25 cm a polovičním výsevku. Klíčivost se v tomto roce pohybovala od 66,00 do 75,25 % a nejvyšší byla dosažena u vláčené varianty při šířce řádků 25 cm a plném výsevku.

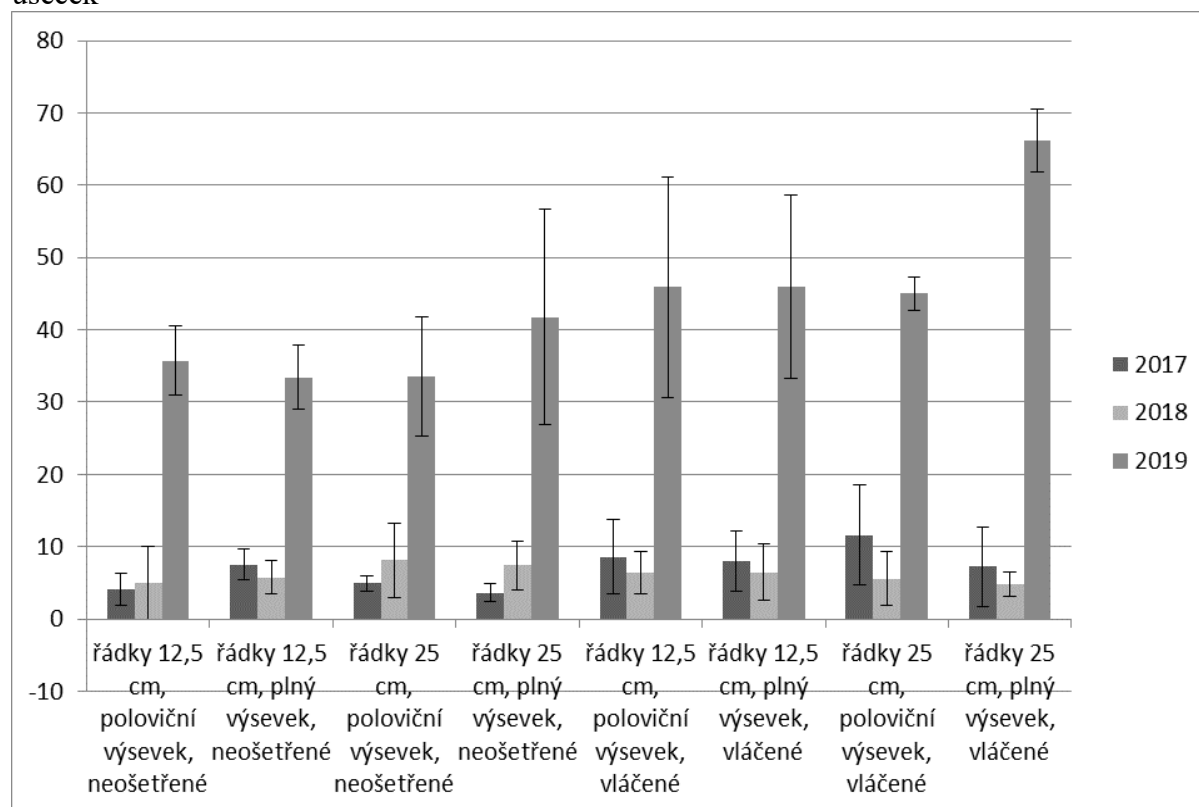
Jeteloviny jsou známé svou tvrdosemenností, což způsobuje problémy při jejich pěstování. Je pravděpodobné, že po vysetí pokusu nevyklíčila a nevzešla značná část semen a vyklíčila až dalších letech. Na tvrdosemennost mají vliv i klimatické podmínky a rok založení (2016) a dále roky 2017 a 2018 byly roky srážkově podprůměrné. Teprve rok 2019

byl srážkově příznivý. Vývoj počasí je znázorněn na klimadiagramech obr. 1–3. Obdobné pokusy s jetelem panonským běžely na stanovišti Troubsko v letech 2011–2013. Výnosy jetele panonského byly realizovány v režimu ekologického zemědělství. Výnosy semene se pohybovaly v rozmezí 18 – 30,7 kg.ha⁻¹ v prvním užitkovém roce, 16 – 31,7 kg.ha⁻¹ v druhém užitkovém roce a 127,3 – 228 kg.ha⁻¹ v třetím užitkovém roce (Pelikán, 2014). Další výsledky z obdobných pokusů s jetelem panonským nejsou v tuzemsku ani zahraničí známy. Na velikost výnosů semene tak mělo pravděpodobně velký vliv ošetření proti škůdcům a desikace porostů před sklizní.

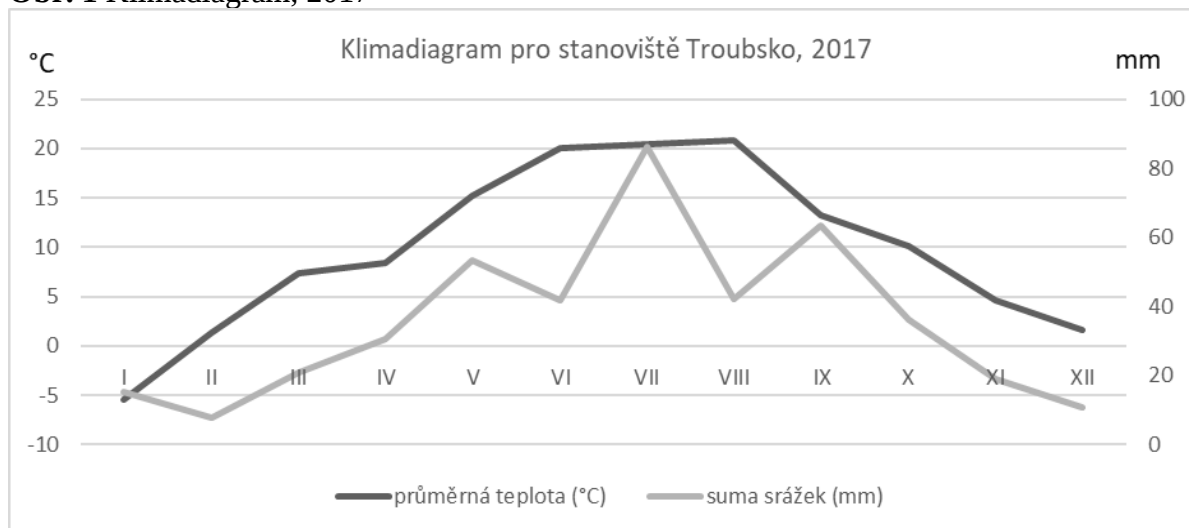
Tab. 1 Výnosy semene a jetele panonského založeného v užitkových letech 2017, 2018 a 2019 (*Tukeyův HSD test; $\alpha=0,05$*)

Ošetření	Řádky	Výsevek	2017		2018		2019	
			kg.ha ⁻¹	poř.	kg.ha ⁻¹	poř.	kg.ha ⁻¹	poř.
bez ošetření	12,5 cm	pol.	41,15 ^{cd}	7	50,47 ^a	7	357,50 ^{cd}	6
bez ošetření	12,5 cm	plný	73,25 ^{bcd}	4	57,58 ^a	5	334,50 ^d	8
bez ošetření	25 cm	pol.	48,95 ^{bcd}	6	80,90 ^a	1	335,00 ^d	7
bez ošetření	25 cm	plný	36,15 ^d	8	73,85 ^a	2	417,75 ^{bcd}	5
vláčení	12,5 cm	pol.	86,07 ^{ab}	2	64,38 ^a	4	458,75 ^b	3
vláčení	12,5 cm	plný	79,48 ^{abc}	3	64,55 ^a	3	460,00 ^b	2
vláčení	25 cm	pol.	116,20 ^a	1	55,50 ^a	6	450,25 ^{bc}	4
vláčení	25 cm	plný	72,63 ^{bcd}	5	48,47 ^a	8	661,25 ^a	1
D _T (0,05)			38,92		37,27		93,69	
D _T (0,01)			57,05		54,63		137,32	

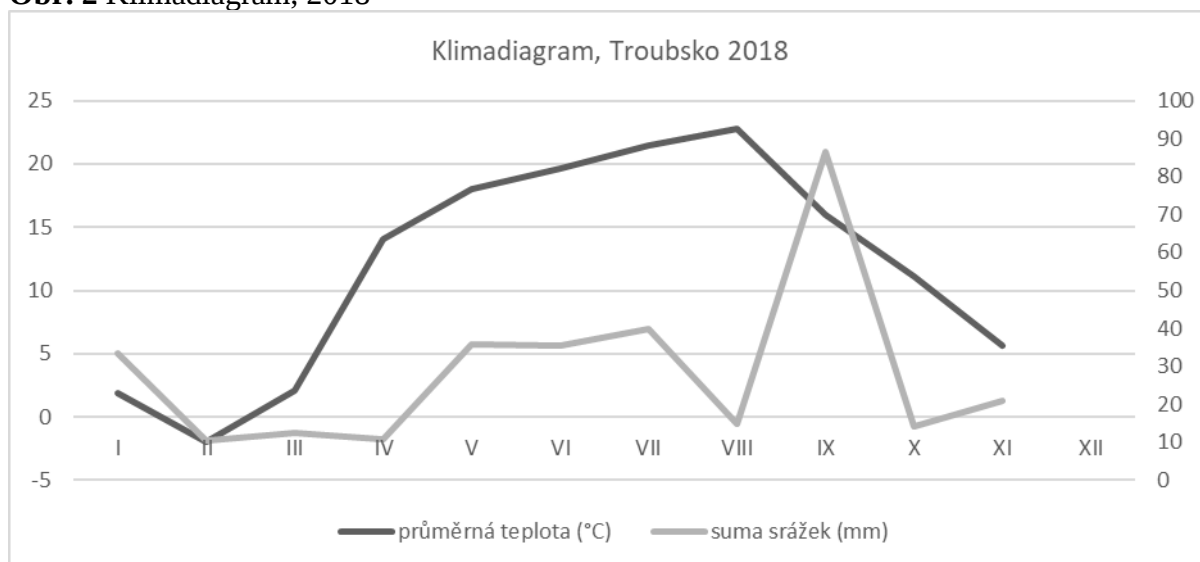
Graf 1 Porovnání výnosů mezi hodnocenými roky 2017, 2018 a 2019 pomocí chybových úseček



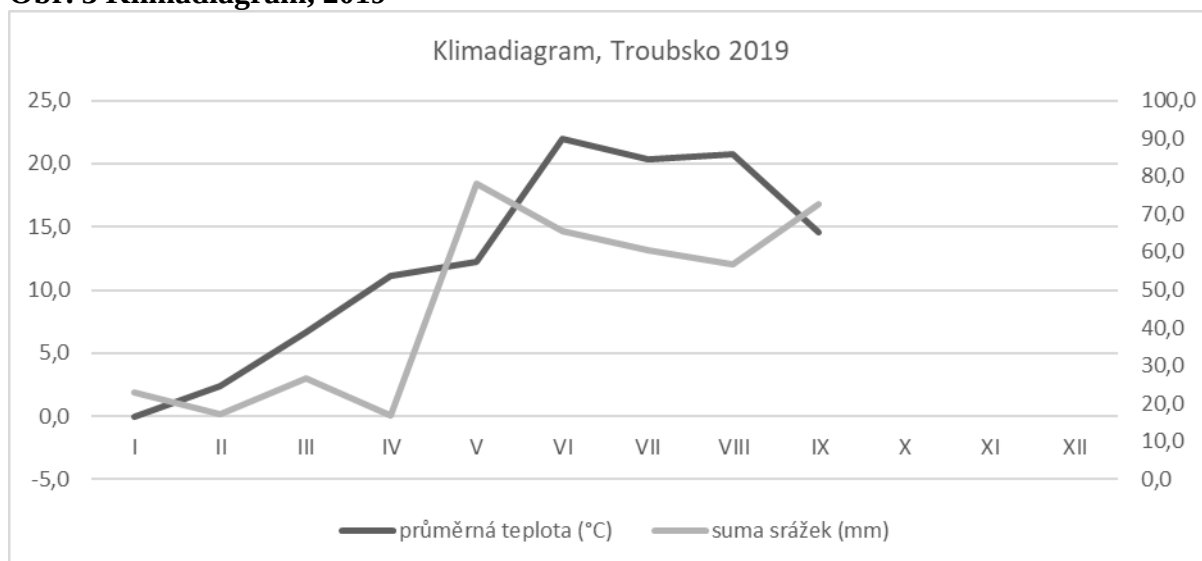
Obr. 1 Klimadiagram, 2017



Obr. 2 Klimadiagram, 2018



Obr. 3 Klimadiagram, 2019



Závěr

Jetel panonský je perspektivní plodinou používanou především do lučních a pastevních směsí, do směsí pro opylovače a do pestře kvetoucích směsí určených pro zkrášlení výsušných stanovišť. Pro jeho širší využívání je nutné zabezpečit dostatečné množství osiva. V současné době je u nás k dispozici jediná domácí odrůda Panon.

Pro jeho pěstování na semeno v čistosevu lze doporučit výsev do řádků 25 cm s výsevkem 14 kg.ha⁻¹ v termínu březen, duben. V užitkových letech je velmi vhodné porosty jetele panonského na jaře provláčet prutovými branami, aby došlo k provzdušnění kořenů a odstranění stařiny.

Literatura

1. Pelikán J., Hýbl M. et al. (2012): Rostliny čeledi Fabaceae LINDL. (bobovité) České republiky. 1. vyd., Vydavatelství Ing. Petr Baštan, Olomouc, 230 s.
2. Pelikán J., Knotová D. (2014): Metodika pěstování vybraných druhů čeledi Fabaceae na semeno v podmínkách ekologického zemědělství. Uplatněná certifikovaná metodika 26/14. ZV Troubsko. 37 s. ISBN: 978-80-88000-01-3
3. Pelikán, J., Knotová, D., Hofbauer, J. (2016): Méně známé druhy zemědělských plodin. Troubsko: Výzkumný ústav pícninářský, spol. s.r.o. Troubsko, 2016. ISBN 978-80-88000-06-8.
4. Petrovic, M. et al. (2016): Quality Parameters and Antioxidant Activity of Three Clover Species in Relation to the Livestock Diet. NOTULAE BOTANICAE HORTI AGROBOTANICI CLUJ-NAPOCA, Volume: 44, Issue: 1, Pages: 201-208, DOI: 10.15835/nbha44110144
5. Prančl, J. (2012): *Trifolium pannonicum* Jacq. – jetel panonský / Ďatelina panónska, dostupné z: <https://botany.cz/cs/trifolium-pannonicum/>
6. Tomić Z, Nešić Z, Krnjaja V, Žujković M (2005). Parameters of production and quality of new cultivars of perennial leguminous plants as livestock feed. Biotechnology in Animal Husbandry 21(3-4):89-96.

Poděkování

Příspěvek byl zpracován v rámci řešení DKRVO, číslo MZE-RO1720, financovaného Ministerstvem zemědělství a v rámci řešení projektu "Národní program konzervace a využívání genetických zdrojů rostlin a agrobiodiversity", Jeteloviny a ostatní pícniny, VÚP Troubsko 51834/2017-MZE-17253/6.2.2.

Kontaktní adresa

Ing. Daniela Knotová, Ph.D., Zemědělský výzkum, spol. s r.o., Zahradní 1, 66441 Troubsko, Česká republika, e-mail: knotova@vupt.cz, Ing. Jan Pelikán, CSc., Výzkumný ústav pícninářský, spol. s r.o., Zahradní 1, 66441 Troubsko, Česká republika, e-mail: pelikan@vupt.cz

APLIKÁCIA DIGESTÁTU A PRODUKCIA SUŠINY TRÁVNEHO PORASTU

DIGESTATE APPLICATION AND DRY MATTER PRODUCTION OF PERMANENT GRASSLAND

Zuzana KOVÁČIKOVÁ – Vladimíra VARGOVÁ

NPPC – Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva Banská Bystrica

Abstract

Over 2008–2009, a research trial consisting of four treatments in four replicates (the non-fertilised control; sward fertilized with digested substrates from 100% slurry; 80% slurry and 20% phytomass; 60% slurry and 40% phytomass) was performed on seminatural grassland at Radvaň site. In the sward utilised by three cuts a year, these parameters were studied: botanical composition, dominant species, herbage production, organic matter and mineral substances. At the fertilized treatments, the proportion of grasses was higher in 2009 than in 2008, but that of legumes and other herbs decreased. Dominant grasses were *Poa pratensis* L., *Festuca rubra* L., *Lolium perenne* L., *Trisetum flavescens* L. while *Trifolium repens* L. and *Medicago falcata* L. dominated among legume species. The application of digested substrate as fertiliser showed positive effects on herbage production, the highest increase was found at Treatment 4 where the digested substrate consisting of 60% slurry and 40% phytomass was applied. The highest amounts of crude protein (CP), calcium (Ca) and magnesium (Mg) were recorded at the treatment with the digested substrate composed of 80% slurry and 20% phytomass applied.

Keywords: digested substrate, co-fermentation, dry matter production, herbage quality, herbage quantity, permanent grassland

Súhrn

Predmetom štúdie bolo overiť možnosti využitia digestátu vo výžive trávnych porastov. V rokoch 2008–2009 bol založený experiment na stanovišti Radvaň, ktorý pozostával zo 4 variantov (nehnojený porast; porast hnojený digestátom zo 100 % hnojovice; z 80 % hnojovice a 20 % fytomasy; zo 60 % hnojovice a 40 % fytomasy). Trávny porast bol využívaný 3x do roka. Sledovanými charakteristikami boli: floristické zloženie porastu, dominantné druhy, produkcia nadzemnej fytomasy, organické a minerálne látky. Na hnojených variantoch bol podiel trávnej zložky v roku 2009 vyšší ako v roku 2008, ale podiel leguminóz a ostatných lúčnych bylín sa znížil. Dominantnými trávami boli *Poa pratensis* L., *Festuca rubra* L., *Lolium perenne* L., *Trisetum flavescens* L., zatiaľ čo medzi leguminózami dominovali *Trifolium repens* L. a *Medicago falcata* L. Hnojenie digestátom sa pozitívne prejavilo na dosiahnutej výške produkcie, najvýraznejšie zvýšenie nastalo na variante 4, kde bol aplikovaný digestát zo 60 % hnojovice a 40 % fytomasy. Variant hnojený digestátom z 80 % hnojovice a 20 % fytomasy poskytol najvyššie hodnoty N- látok, najvyšší obsah vápnika a horčíka.

Kľúčové slová: digestát, kofermentácia, produkcia sušiny, kvalita fytomasy, kvantita fytomasy, trvalý trávny porast

Úvod

Najvýznamnejšími faktormi pôsobiacimi na druhové zloženie, produkciu a kvalitu krmu trávnych porastov sú vodný a živinový režim. Hnojenie zvyšuje produkciu využiteľnej biomasy. Produkcia sušiny trávneho porastu (TP) je závislá od distribúcie a spôsobu využitia asimilátov medzi nadzemnou a podzemnou časťou trávneho porastu, pričom je potrebné zohľadniť úbytok sušiny v procese respirácie (Vozár *et al.*, 2014). Konečný efekt správneho

hnojenia nezáleží len od úrovne dosiahnutých úrod a kvality krmu, ale i od správneho využívania porastov a najmä od zhodnotenia krmu v živočíšnej výrobe. Trávna hmota z TP patrí k možným zdrojom alternatívnej energie. Zároveň je vhodným substrátom pri výrobe bioplynu (Prochnov *et al.*, 2009). V dôsledku zníženia stavov hospodárskych zvierat na Slovensku poklesla aj výroba organických hospodárskych hnojív. Aj preto vstupujú do popredia rôzne alternatívne formy využívania hospodárskych odpadov organického pôvodu so zámerom riešiť deficit organickej hmoty v pôde a udržať tak pôdnu úrodnosť na požadovanej úrovni. Kontinuálna anaeróbna fermentácia živočíšnych a rastlinných odpadov pri súčasnej výrobe bioplynu poskytuje ako vedľajší produkt digestát vhodný na hnojenie (Salminen *et al.*, 2001; Tani *et al.*, 2006; Braun 2007, Wang *et al.*, 2010). Aplikácia digestátu môže byť prospešná pre životné prostredie, pretože sa uzavrie kolobeh živín a dôjde aj k zníženiu potreby minerálnych hnojív (Dieterich *et al.*, 2012.). Digestát z každej bioplynovej stanice je jedinečný a svojimi vlastnosťami neopakovateľný. Jeho zloženie je primárne závislé na vstupnom materiáli. Obsahuje 5,0–40,0 g.kg⁻¹ N, 0,7 g.kg⁻¹ P a 0,4 g.kg⁻¹ K (Wulf *et al.*, 2002). Aplikáciou digestátu možno ovplyvniť aj úrodnosť pôdy, kvantitu a kvalitu fytomasy (Tilvikienė *et al.*, 2010). Hnojenie poľnohospodárskych plodín digestátom je základným a v podstate najpoužívanejším spôsobom jeho využitia. Digestát je nepáchnuca, z hygienického hľadiska neškodná, amorfna, tmavá, heterogénna suspenzia pevných a koloidných látok. Je predovšetkým pohotovostným zdrojom dusíka, ktorý je fyziologicky využiteľnejší ako z minerálnych hnojív. Hodnota pH predstavuje 7,63 – 8,5 t.j. neokysľuje pôdu, dochádza k lepšiemu využitiu fosforu v pôde (Pospíšil *et al.*, 2009). Potvrdil sa alkalizujúci účinok digestátu (pH = 7,5) na hodnotu pôdnej reakcie. Aplikácia digestátu výrazne znižuje požiadavky na pesticídy, znižuje nároky na potrebu minerálnych hnojív, zlepšuje hydrofyzikálne vlastnosti pôdy, čo má pozitívny vplyv na vlhkostný režim pôdy (Voča *et al.*, 2005). Doterajšie výsledky ukazujú, že digestát je dobre vyváženým organickým hnojivom so špecifickými pozitívnymi vlastnosťami na pôdnu reakciu, potláča klíčivosť semien burín, oproti klasickej hnojovici menej zapácha. Je v podstate adekvátnym hnojivom v porovnaní s maštalným hnojom .

Materiál a metódy

Úloha sa riešila na poloprírodnom trávnom poraste, na stanovišti Radvaň neďaleko Banskej Bystrici, v nadmorskej výške 427 m. Oblasť patrí do regiónu Kremnických a Starohorských vrchov a je zaradená do agroklimatickej makrooblasti teplej, mierne teplej oblasti, podoblasti suchej. Dlhodobé priemerné zrážky počas vegetačného obdobia sú 431 mm; dlhodobý priemerný ročný úhrn zrážok 819,5 mm; priemerná denná teplota 8 °C za rok a 15,5 °C počas vegetačného obdobia. Pôdny typ je kambizem, pôdny druh hlinitá až hlinito piesočnatá pôdy. Agrochemický rozbor pôd, ktorý sa vykonal na začiatku sledovaného obdobia, uvádzame v tabuľke 1.

Tab. 1 Agrochemické zloženie pôdy (0,0–0,15 m) pred založením pokusu

Agrochemické zloženie*	Hodnota
pH	7,2
Celkový dusík (g/kg)	1,2
Fosfor (mg/kg)	27
Draslík (mg/kg)	154
Horčík (mg/kg)	483
Pomer C/N	17,7

Pre experiment kofermentácie rastlinnej a živočíšnej biomasy a odber digestátu sa využilo technické zariadenie pre výrobu bioplynu VPP SPU Koliňany. Digestát sa

po ukončení každej etapy aplikoval na trávny porast na jar a po prvej kosbe. Pred každou kosbou sa vykonala floristická analýza metódou projektívnej dominancia podľa Malocha (1953) na určenie všetkých rastlinných druhov prítomných v poraste.

Tab. 2 Popis variantného riešenia

Varianty	
Variant 1	kontrola (nehnojený porast)
Variant 2	Hnojený porast*: 40 kg N + 20 kg N/ha (Etapa 1)
Variant 3	Hnojený porast*: 40 kg N + 20 kg N/ha (Etapa 2)
Variant 4	Hnojený porast*: 40 kg N + 20 kg N/ha (Etapa 3)
Etapa 1	100% hnojovica z chovu HD/ošípané
Etapa 2	80% hnojovice + 20% konzervovanej fytomasy (suchej hmoty)
Etapa 3	60% hnojovice + 40% konzervovanej fytomasy (suchej hmoty)

* 40 kg N/ha – bolo aplikovaných skoro na jar; 20 kg N/ha - bolo aplikovaných po prvej kosbe

Porast bol využívaný trikrát do roka (1. kosba na začiatku klasenia prevládajúcich druhov tráv; 2. kosba 6-8 týždňov po 1. kosbe a 3. kosba 8-10 týždňov po 2. kosbe). Po skosení variantov sa odobrala priemerná vzorka zelenej fytomasy (cca 500 g) na stanovenie produkcie sušiny a chemické analýzy.

Výsledky a diskusia

Vplyv rozdielných klimatických podmienok, využívanie porastu a následne aplikácia digestátu sa prejavili na zmene floristického zloženia, produkcii sušiny a kvalite porastu. Priemerná teplota vzduchu stúpala v roku 2009 na 16,53 °C, čo predstavuje nárast teploty vzduchu, o 1,1 °C v porovnaní s rokom 2008 (15,43 °C). Maximálne teploty však dosahovali 30,0 °C (september) až 30,2 °C (jún, júl). V roku 2008 bol úhrn zrážok za vegetačné obdobie na úrovni 466 mm. Celkové množstvo zrážok za rok 2008 bolo 916 mm. V roku 2009 úhrn zrážok za vegetáciu poklesol o 138 mm oproti predchádzajúcemu roku.

V prvom roku 2008 sme výrazné zmeny botanického zloženia porastov medzi jednotlivými druhmi, vplyvom aplikácie druhotného produktu nezaznamenali. Výraznejší vývoj vegetácie nastal až v ďalšom roku sledovania. Percentuálny podiel trávnych druhov sa zvýšil na všetkých sledovaných variantoch v kosbách. Najvyššie zastúpenie mali trávy v 3. kosbe, od 62 % do 73 %. V roku 2008 bola dominantným trávny druhom *Poa pratensis* L., (14 - 15 %) a jej percentuálne zastúpenie sa značne zvýšilo v 1. kosbe v roku 2009, 19 % (4 variant) a na 22 % (variant 2). Z ďalších druhov, ktorých zastúpenie sa zvyšovalo boli *Festuca rubra* L., *Trisetum flavescens* L., *Lolium perenne* L., *Bromus erectus* L. a *Festuca pratensis* Huds. a tiež *Dactylis glomerata* L. – hlavne na variante 4. V čase tretej kosby sa v poraste zvýšila aj pokryvnosť *Festuca rubra* L., *Dactylis glomerata* L. a *Arrhenatherum elatius* L. oproti predchádzajúcemu roku. Ku koncu vegetácie v 2009 sa v poraste rozšírilo zastúpenie *Bromus erectus* L. (8- 14 %). V druhom roku sa percentuálny podiel leguminóz znížil na všetkých variantoch. Najvýraznejšie zníženie bolo v 3. kosbe. Vozár *et al.* (2012) uvádzajú, že podiel leguminóz klesá so zvyšujúcim sa obsahom dusíka. Prevládajúcim druhom bola *Trifolium repens* L. (na variante 1 a 2) a *Medicago falcata* L. (na variante 3).

Prítomná v poraste bola aj *Medicago sativa* L. a *Medicago lupulina* L. Floristická skupina lúčnych bylín taktiež znížila svoje zastúpenie v druhom sledovanom roku. Najvýraznejší pokles bylinných druhov sme zaznamenali na 1. variante v čase prvej kosby (z 29 % 14 %). Dominovali predovšetkým *Achillea millefolium* L., *Geranium robertianum* L., *Silene inflata* Sm., *Plantago lanceolata* L. a *Taraxacum officinale* W. Na všetkých variantoch bolo zastúpenie trávnych druhov v druhom sledovanom roku vyššie, naopak podiel leguminóz a ostatných lúčnych bylín sa znížil. Toto súhlasí s výsledkami viacerých autorov Vozár *et al.* (2012), Silvertown *et al.* (2006). Pravidelné hnojenie vyššími dávkami N postupne vedie k jednoduchšiemu porastu, hlavne z hľadiska zastúpenia tráv.

Nehnojený porast bol charakteristický najnižšou produkciou sušiny v oboch sledovaných rokoch. V roku 2008 suma úrod za kosby predstavovala 2,80 t.ha⁻¹, ale v roku 2009 to bolo len 1,92 t.ha⁻¹. Hnojenie digestátom zvyšovalo produkciu sušiny takmer vo všetkých kosbách (tab. 3). Na variante 2 (digestát zo 100 % hnojovice) sa zvýšila suma úrod o 0,78 t.ha⁻¹ (oproti variantu 1). Najvýraznejšie zvýšenie produkcie sušiny oproti nehnojenému bolo zaznamenané na 4 variante (variant hnojený druhotným produktom zo 60 % hnojovice a 40 % fytomasy). To sa aj štatisticky preukazne potvrdilo (P <0,05). Variant 3 (80 % hnojovice a 20 % fytomasy) dosiahol v prvom roku sledovania sumu úrod 4,95 t.ha⁻¹ (zvýšenie o 2,15 t.ha⁻¹).

Tab. 3 Produkcia sušiny (t/ha) v kosbách

Kosba	Variant							
	2008				2009			
	1	2	3	4	1	2	3	4
1	0,61	1,27	1,50	1,65	0,28	0,38	0,81	0,76
2	1,83	1,88	3,05	3,63	1,63	1,35	3,47	2,64
3	0,36	0,43	0,40	0,75	0,01	0,02	0,06	0,08
Σ kosieb	2,80	3,58	4,95	6,03	1,92	1,75	4,34	3,48
Variant	Priemer							
1	2,36 ^a							
2	2,66 ^{ab}							
3	4,64 ^b							
4	4,75 ^b							

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

Produkcia sušiny bola počas sezóny na variantoch nerovnomerne rozložená. Nízka produkcia sušiny v tretích kosbách na všetkých variantoch, v prvom aj druhom roku sledovania, bola spôsobená nízkou intenzitou zrážok a vysokými teplotami počas mesiacov júla, augusta až septembra. V roku 2009 boli zaznamenané nižšie úrody v jednotlivých kosbách na variantoch. Výnimkou bol len variant 3 v 2. kosbe (3,47 t.ha⁻¹). Najvyššia produkcia sušiny v roku 2009 bola dosiahnutá na 3 variante (4,34 t.ha⁻¹). Raus *et al.* (2012) vo svojich viacročných štúdiách dospeli k záveru, že produkcia sušiny sa v priebehu rokov postupne zvyšuje so zvyšujúcimi sa dávkami dusíka.

Obsah dusíkatých látok a vlákniny je uvedený v tabuľke 4. V roku 2008 koncentrácia N-látok stúpala na 3 a 4 variante. V druhom sledovanom roku bol zaznamenaný najvyšší obsah NL v čase 3. kosby na všetkých variantoch. Najvyššiu koncentráciu v priemere rokov sme zaznamenali na treťom variante (80 % hnojovice a 20 % fytomasy), 155,68 g.kg⁻¹, čo sa aj štatisticky preukazne potvrdilo (P<0,05). Variant hnojený digestátom zo 100 % hnojovice mal najnižšiu hodnotu dusíkatých látok zo všetkých variantov (127,64 g.kg⁻¹).

Tab. 4 Obsah dusíkatých látok v sušine nadzemnej fytomasy (g/kg)

Rok	Kosba	Varianty			
		1.	2.	3.	4.
2008	1.	121,8	113,3	138,7	118,6
	2.	145,3	133,7	149,3	125,1
	3.	116,0	104,5	154,9	140,0
2009	1.	158,3	131,2	170,7	135,4
	2.	153,3	122,2	144,9	132,3
	3.	143,6	161,1	175,6	172,9
Priemer		139,7 ^{ab}	127,6 ^a	155,7 ^b	137,3 ^{ab}

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

Podľa Klappa (1971) a Hejcmana *et al.* (2010) je obsah fosforu v sušine nadzemnej fytomasy 2,8 g.kg⁻¹. Holúbek a kol. (2007) udávajú prijateľné rozpätie obsahu P v 1 kg sušine nadzemnej fytomasy 2,8 až 3,3 g.kg⁻¹ a prijateľný obsah Ca 4 až 11 g.kg⁻¹. Nami zistené hodnoty boli v danom rozmedzí. Koncentrácia draslíka bola vždy najvyššia v druhej kosbe, ku koncu vegetácie poklesla, predovšetkým na variante 3 a 4. Zatiaľ čo koncentrácia draslíka klesala ku koncu vegetácie, obsah vápnika sa zvyšoval. Najvýraznejšie na 3 variante (hodnota 16,55 g.kg⁻¹). Fiala (2002) uvádza, že potrebná koncentrácia Mg je na úrovni 3 g.kg⁻¹ a P 3,5 g.kg⁻¹. Obsah horčíka poklesol len na nehnojenom variante. V porovnaní s hnojenými variantmi mal však najvyšší obsah draslíka a fosforu. Naopak najvyšší obsah Ca a Mg bol zaznamenaný na variante 3 (tab.6). Variant hnojený druhotným produktom z 80 % hnojovice a 20 % fytomasy mal najvyšší obsah vápnika a horčíka (tab. 5). Dlhodobá aplikácia hnojív má vplyv na celkový obsah minerálnych prvkov ale aj na jednotlivé prvky (Fiala, 2002).

Tab. 5 Obsah minerálnych látok v sušine nadzemnej fytomasy (g/kg), priemer 2 rokov

Prvky	Kosba	Variant			
		1	2	3	4
P	1	3,3	3,2	3,3	2,9
	2	4,1	3,8	3,9	3,6
	3	3,6	3,6	3,4	3,2
K	1	22,8	20,8	18,7	21,9
	2	24,9	22,8	20,1	22,9
	3	22,4	22,1	17,1	15,9
Ca	1	7,9	6,9	8,9	8,6
	2	9,2	9,7	11,7	10,2
	3	12,7	13,9	16,6	14,3
Mg	1	3,7	2,9	3,7	3,1
	2	3,2	3,2	3,4	2,9
	3	3,2	3,5	4,1	3,8

Záver

V rokoch 2008-2009 sa študovali nové možnosti využitia digestátu ako hnojiva na trávny porast. Percentuálne zastúpenie trávnych druhov sa v 2009 zvýšilo, leguminózy poklesli a znížila sa aj pokryvnosť bylinných druhov. V porovnaní s nehnojenou kontrolou bolo najvyššie zvýšenie produkcie sušiny na variante 4 hnojenom digestátom zo 60% hnojovice + 40% konzervovanej fytomasy. Aplikácia digestátu mala pozitívny vplyv na zvýšenie produkcie sušiny trávneho porastu. Najnižší obsah dusíkatých látok pri porovnaní

všetkých variantov sa zistil pri použití digestátu zo 100 % hnojovice. Najvyšší obsah P a K bol zaznamenaný na nehnojenom poraste, zatiaľ čo najvyšší obsah Ca a Mg bol zistený na variante 3. Z hľadiska parametrov kvality (obsah dusíkatých látok, vlákniiny a minerálnych prvkov) ale aj produkcie, sa aplikácie digestátu javí ako optimálny spôsob výživy trávnych porastov. Odporúčame aplikáciu digestátu, kde vstupným substrátom je materiál obsahujúci 20–40% fytomasy.

Literatúra

1. BRAUN, R. 2007. Anaerobic digestion: a multi-faceted process for energy, environmental management and rural development. In RANALLI, P. (Ed.) *Improvement of crop plants for industrial end uses*. Dordrecht : Springer, pp. 335–416. ISBN-10 1-4020-5486-6.
2. DIETERICH, B. – FINNAN, J. – FROST, P. – GILKINSON, S. – MÜLLER, S. 2012. The extent of methane (CH₄) emissions after fertilisation of grassland with digestate. In *Biology and Fertility of Soils*, vol. 48, no. 8, pp. 981–985. DOI: 10.1007/s00374-012-0714-1.
3. FIALA, J. 2002. Development of ecological and yield stability of semi-natural grassland by its long-term fertilization and utilization. In *Grassland Ecology VI: Proceedings of the International Scientific Conference*. Banská Bystrica : VÚTPHP, pp.124–137.
4. HEJCMAN, M. – SZAKOVÁ, J. – SCHELLBERG, J. – TLUSTOŠ, P. 2010. The Rengen Grassland Experiment: relationship between soil and biomass chemical properties amount of elements applied, and their uptake. In *Plant and Soil*, vol. 333, 2010, pp. 163–179. DOI: 10.1007/s11104-010-0332-3.
5. KLAPP, E. 1971. *Wiesen und Weiden*. Berlin, Hamburg : Paul Parey Verlag, 620 pp. ISBN 3-489-72510-7.
6. POSPÍŠIL, R. et al. 2009. *Využitie biokalu pri pestovaní poľných plodín*. Nitra : SPU, 186 p. ISBN 978-80-552-0289-1.
7. PROCHNOW, A. – HEIERMANN, M. – PLÖCHL, M. – LINKE, B. – IDLER, C. – AMON, T. – HOBBS, P.J. 2009. Bioenergy from permanent grassland – A review: 1. Biogas. In *Bioresource Technology*, vol. 100, no. 21, pp. 4931–4944.
8. RAUS, J. – KNOT, P. – HRABĚ, F. 2012. Effect of fertilization and harvest frequency on floristic composition and yields of meadow stand. In *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, vol. 60, no. 5, pp. 181–186.
9. SALMINEN, E. – RINTALA, J. – HARKONEN, J. – KUITUNEN, M. – HOGMANDER, H. – OIKARI, A. 2001. Anaerobically digested poultry slaughterhouse wastes as fertiliser in agriculture. In *Bioresource Technology*, vol. 78, no. 1, pp. 81–88.
10. SILVERTON, J. – POULTON, P. – JOHNSTON, E. – EDWARDS, G. – HEARD, M. – BISS, P.M. 2006. The Park Grass Experiment 1856–2006: its contribution to ecology. In *Journal of Ecology*, vol. 94, no. 4, pp. 801–814.
11. TANI, M. – SAKAMOTO, N. – KISHIMOTO, T. – UMETSU, K. 2006. Utilization of anaerobically digested dairy slurry combined with other wastes following application to agricultural land. In *International Congress Series*, vol. 1293, pp. 331–334.
12. TILVIKIENE, V. – KADŽIULIENE, Ž. – DABKEVICIUS, Z. 2011. Digestate application on cocksfoot (*Dactylis glomerata* L.) swards – effects on yield, N content and C/N ratio. In *Grassland Science of Europe*, vol. 16, pp. 383–385.
13. VOČA, N. – KRIČKA, T. – ČOSIĆ, T. – RUPIC, V. – JUKIĆ, Ž. – KALAMBURA, S. 2005. Digested residue as a fertilizer after the mesophilic process of anaerobic digestion. In *Plant, Soil and Environment*, vol. 51, no. 6, pp. 262–266.

14. VOZÁR, Ľ. – JANČOVIČ, J. – KOVÁR, P. – BAČOVÁ, S. 2012. Adaptability of permanent grassland to drought. In *Journal of Life Sciences*, vol. 6, no. 11, pp. 1057–1060.
15. WANG, L. – LI, Y. – CHEN, P. – MIN, M. – CHEN, Y. – ZHU, J. – RUAN, R. R. 2010. Anaerobic digested dairy manure as a nutrient supplement for cultivation of oil-rich green microalgae *Chlorella* sp. In *Bioresource Technology*, vol. 101, no. 8, pp. 2623–2628.
16. WULF, S. – MAETING, M. – CLEMENS, J. 2002. Application technique and slurry co-fermentation effects on ammonia, nitrous oxide, and methane emission after spreading: II. Greenhouse gas emission. In *Journal of Environmental Quality*, vol. 31, no. 6, pp. 1795–1801.

PodĎakovanie

Tento príspevok bol spracovaný z výsledkov riešenia Rezortného projektu výskumu a vývoja (RPVaV) „Riešenie konkurencieschopnosti a ekologizácie rastlinnej výroby v regiónoch Slovenska systémami hospodárenia na poľnohospodárskej pôde a inováciou prvkov pestovateľských technológií“ v priebehu rokov 2008 – 2009.

Kontaktná adresa

Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva, Mládežnícka 36, Banská Bystrica, 921 23, Ing. Zuzana Kováčiková, PhD., zuzana.kovacikova@nppc.sk

REAKCIA MÄTONOHU TRVÁČEHO A LIPNICE LÚČNEJ NA STRES ZO SUCHA

REACTION OF *LOLIUM PERENNE* AND *POA PRATENSIS* TO DROUGHT STRESS

Peter KOVÁR – Ľuboš VOZÁR – Peter HRIC

SPU Nitra, Katedra rastlinnej výroby a trávnych ekosystémov, FAPZ

Abstract

The visual quality of the lawn is, among other things, given by the colour of the stand, which is related to the amount of leaf dye – chlorophyll and also the freshness of the stand related to the water content in the leaf tissues. An experiment aimed at evaluating the qualitative changes of perennial grassland and meadowsweet was carried out in low-input conditions at the Nitra site in 2008. Observations showed that drought and heat not only reduced the saturation of tissues with water, but also decreased the concentration of assimilation pigments in grass leaves. This was also manifested visually – by changing the colour of the stand and wilting the plants. A comparison of perennial butterbur and meadow butterbur showed that meadow butterbur was characterized on average by a higher content of total chlorophyll (*chl a + b*) and carotenoids (*carrot*) than perennial butterbur. However, the perennial mint showed a better ability to retain water in the tissues (higher RWC) and also its pigment system was more stable (higher values of the ratio *chl a : chl b*) than in meadow fescue. Based on the obtained results, it can be stated that the evaluated species are relatively suitable for low-input conditions.

Keywords: drought, lawn quality, *Lolium perenne*, *Poa pratensis*, assimilation pigments, relative water content

Súhrn

Vizuálna kvalita trávniku je okrem iného daná farbou porastu, ktorá súvisí s množstvom listového farbiva – chlorofylu a tiež sviežosťou porastu súvisiacou s obsahom vody v pletivách listov. Experiment zameraný na hodnotenie kvalitatívnych zmien trávnikových porastov mätonohu trváčeho a lipnice lúčnej bol realizovaný v podmienkach nízkych vstupov na stanovišti Nitra v roku 2008. Pozorovanie ukázalo, že vplyvom sucha a tepla nastalo nielen zníženie saturácie pletív vodou, ale aj pokles koncentrácie asimilačných pigmentov v listoch tráv. To sa prejavilo aj vizuálne – zmenou farby porastu a vädnutím rastlín. Porovnanie mätonohu trváčeho a lipnice lúčnej ukázalo, že lipnica lúčna sa vyznačovala v priemere vyšším obsahom celkového chlorofylu (*chl a+b*) a karotenoidov (*karot*) ako mätonoh trváci. Avšak, mätonoh trváci prejavil lepšiu schopnosť udržiavať vodu v pletivách (vyšší RWC) a tiež jeho pigmentový systém bol stabilnejší (vyššie hodnoty pomeru *chl a : chl b*) ako pri lipnici lúčnej. Na základe získaných výsledkov možno konštatovať, že hodnotené druhy sú pre podmienky nízkych vstupov relatívne vhodné.

Kľúčové slová: sucho, kvalita trávniku, mätonoh trváci, lipnica lúčna, asimilačné pigmenty, relatívny obsah vody

Úvod

Niektoré prejavy globálneho otepľovania, ako napríklad vysoké letné teploty a nerovnomerné rozdelenie zrážok počas roka a s nimi súvisiaci deficit vlhky najmä v kritických obdobiach rastu rastlín, môžeme považovať za významné faktory negatívne ovplyvňujúce estetickú kvalitu trávnikov. Najviditeľnejším znakom kvality trávnikov je farba porastu, ktorá úzko súvisí s množstvom listového farbiva – chlorofylu. Jeho koncentrácia

v asimilačných pletivách listov je na jednej strane podmienená genetickou výbavou daného druhu, na druhej strane sa mení vplyvom vonkajších faktorov, či už človekom ovplyvniteľných, alebo človekom neovplyvniteľných (Beard, 1973).

Sviežosť trávnikového porastu je ďalší významný znak kvality trávniku. Závisí od množstva vody obsiahnutej v pletivách listov. Pôsobením stresorov, ako je sucho a teplo, dochádza k redukcii relatívneho obsahu vody (RWC) v listoch a tiež k znižovaniu koncentrácie asimilačných pigmentov (Jiang a Huang, 2001). Z experimentov viacerých autorov (Huang a Gao, 1999; Jiang a Huang, 2002; Liu et al., 2008; a pod.) vyplynula pozitívna korelácia medzi RWC a kvalitou trávniku a negatívna korelácia medzi stupňom vädnutia a kvalitou trávniku. Trávne druhy, prípadne odrody vyznačujúce sa nízkym RWC_0 (pri nulovom turgore) majú vysoké požiadavky na vlahu (White et al., 2001) a v období deficitu vlahy je kvalita ich porastov veľmi nízka. Na základe získaných výsledkov viacerí autori (Liu a Huang, 2000; Liu et al., 2008; a ďalší) navrhujú RWC ako ukazovateľ pre hodnotenie schopnosti tráv adaptovať sa na nepriaznivé environmentálne podmienky. Ďalej uvedení autori považujú zachovanie vyššieho obsahu asimilačných pigmentov pri deficite vlahy a vysokých teplotách za významný indikátor suchovzdornosti jednotlivých druhov tráv.

Cieľom príspevku je zhodnotiť kvalitatívne zmeny porastov mätonohu trvaceho (*Lolium perenne* L.) a lipnice lúčnej (*Poa pratensis* L.) prostredníctvom zmien obsahu asimilačných pigmentov v listoch a úrovňou saturácie pletív vodou pri pestovaní v podmienkach nízkych vstupov (low-input).

Materiál a metódy

Experiment bol založený na konci apríla 2007 na stanovišti Nitra (48° 18' sev. šírky, 18° 05' vých. dĺžky) na ílovito-hlinitej fluvizemi. Stanovište leží v nadmorskej výške 160 m n. m. Ročný úhrn atmosférických zrážok dosahuje 561 mm a priemerná ročná teplota je +9,7°C. Poveternostnú charakteristiku v sledovanom období dokumentuje tab. 1.

V pokuse sa hodnotili monokultúrne porasty mätonohu trvaceho (*Lolium perenne* L.) odroda Kelt a lipnice lúčnej (*Poa pratensis* L.) odroda Cynthia. Porasty boli založené výsevom 25 g.m⁻² osiva. Experiment bol realizovaný systémom nízkych vstupov (low-input), preto jednotlivé experimentálne plochy boli zavlažované približne 5 týždňov od sejby a v ďalšom období boli porasty odkázané len na atmosférické zrážky. Výživa porastov bola zabezpečená hnojivom Travcerit (15-3-8) v množstve 30 g.m⁻², čo zodpovedalo celoročnej dávke dusíka 45 kg.ha⁻¹ rozdelenej na 3 časti aplikované počas vegetácie (marec/apríl, jún, august).

V druhom roku pestovania (2008) sa pri obidvoch trávnych druhoch v rovnakom čase (o 13:00 hod.) v dvojtýždňových intervaloch od apríla do novembra odoberali vzorky na stanovenie relatívneho obsahu vody v listoch (RWC, %). RWC sme stanovili z čerstvej (ČH) a saturovanej (SAT) hmotnosti a hmotnosti sušiny (SUŠ) segmentov dospelých listov tráv. Saturovaná hmotnosť bola stanovená po 4-hodinovom dosycovaní segmentov listov destilovanou vodou pri teplote 4°C. Sušenie segmentov listov sa uskutočnilo pri teplote 100°C po dobu 12 hodín. RWC bolo vypočítané podľa vzťahu: $RWC = [(ČH - SUŠ) / (SAT - SUŠ)] * 100$ (Hewlett a Kramer, 1963).

V roku 2008 v období od mája do decembra sa v 4-týždňových intervaloch odoberali vzorky z jednotlivých druhov tráv, v ktorých sa stanovila koncentrácia asimilačných pigmentov (chlorofyl a, chlorofyl b, karotenoidy v mg.m⁻²) spektrofotometricky z acetónového extraktu podľa Lichtenthalera (1987).

Získané údaje boli podrobené korelačnej analýze (Pearsonov korelačný koeficient) a jednofaktorovej analýze rozptylu s následným testovaním podľa Fishera (LSD test; $\alpha = 0,05$) v programe Statistica.

Tab. 1 Priemerné mesačné teploty (°C) a úhrn zrážok (mm) v roku 2008 v porovnaní s dlhodobým normálom za obdobie 1961-90

mesiac	zrážky (mm)		teplota (°C)	
	2008	normál 1961-90	2008	normál 1961-90
I	25,5	31	1,4	-1,7
II	20,2	32	2,7	0,7
III	62,7	30	5,5	5
IV	36,4	39	11,1	10,4
V	55,4	58	16	15,1
VI	86,2	66	20	18
VII	90	52	20,4	19,8
VIII	9,8	61	20,5	19,3
IX	51,5	40	15,4	15,6
X	30,2	36	11,2	10,4
XI	30,1	55	6,7	4,5
XII	68	40	3	0,1
Σ rok / $\bar{x}$ rok	566	540	11,4	9,8

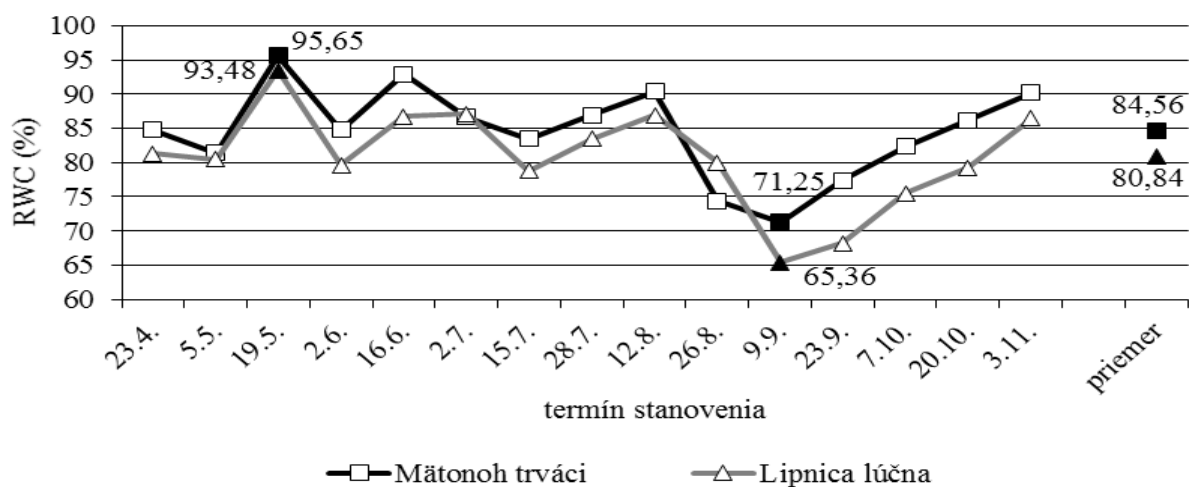
Zdroj: <http://www.shmu.sk/sk/?page=1613> (upravené)

Výsledky a diskusia

Stanovenie obsahu vody v pletivách listov je z metodického hľadiska pomerne náročné vzhľadom na to, že obsah vody v pletivách podlieha veľmi rýchlym zmenám počas dňa a aj v priebehu vegetácie (Švihra, 1984). Udržiavaním pomerne vysokého obsahu vody v listoch spojeným s pomalším vädnutím sú sucho- a teplotolerantné druhy tráv schopné zachovávať primeranú kvalitu porastu aj počas sucha (Huang a Gao, 1999).

Dynamiku zmien relatívneho obsahu vody (RWC) testovaných druhov dokumentuje obr. 1. Po počiatočnom miernom poklese RWC bol zaznamenaný jeho prudký vzostup až na úroveň 95,65 % pri mätonohu trvácom a 93,48 % pri lipnici lúčnej. V ďalšom období sa saturácia pletív vodou znížila, výraznejšie pri lipnici lúčnej – na 80 % (pri mätonohu trvácom na 85 %). V strednej perióde vegetácie mal RWC kolísajúcu tendenciu, pričom hodnoty boli v rozpätí 78 – 93 %. Od začiatku druhej dekády augusta bol zaznamenaný výrazný pokles obsahu vody v pletivách listov. Najmenej saturované pletivá mali hodnotené trávne druhy v prvej dekáde septembra. V tomto období mal mätonoh trváci 71,25 % a lipnica lúčna 65,36 % obsah vody v listoch. Kolísanie obsahu vody v rastlinných pletivách sa prejavovalo aj vizuálne – vädnutím rastlín. Turner (1986) in Brestič a Olšovská (2001) uvádza, že 30 % deficit vody v pletivách je spojený s ireverzibilným poškodením mechanizmu základných fyziologických procesov. Okrem toho, pôsobenie sucha a tepla je spojené s poškodzovaním bunkových membrán a antioxidantného systému (Jiang a Huang, 2001) a môžu zapríčiniť oxidatívny stres cez produkciu reaktívnych foriem kyslíka, ako je superoxidový radikál ($O_2^{\bullet-}$) a peroxid vodíka (H_2O_2), ktoré spôsobujú peroxidáciu lipidov (Foyer et al., 1994).

Obr. 1 Relatívny obsah vody (RWC; %) v pletivách listov mätonohu trváceho a lipnice lúčnej pestovaných v bezzávlahových podmienkach v roku 2008 (označené sú minimálne, maximálne a priemerné hodnoty)



Celkovo môžeme konštatovať, že štatisticky nepreukazne ($p = 0,1548$) lepšiu adaptabilitu na podmienky sucha prejavil mätonoh trváci v porovnaní s lipnicou lúčnou. Mätonoh trváci si v priebehu sledovaného obdobia udržiaval vyšší RWC v listoch ako lipnica lúčna (s výnimkou 26.8., kedy vyšší RWC mala lipnica lúčna). Podľa Taiza a Zeigera (1998) je pre väčšinu druhov tráv optimálny obsah vody v listoch v intervale od 85 % do 95 %. Priemernou hodnotou RWC za sledované obdobie sa v našom experimente k dolnej hranici optimálneho množstva vody (85 %) viac priblížil mätonoh trváci (84,56 %). Lipnica lúčna dosiahla v priemere 80,84 % saturáciu pletív vodou (tab. 2).

Tab. 2 Minimálne, maximálne a priemerné hodnoty sledovaných ukazovateľov za hodnotené obdobie

		Mätonoh trváci			Lipnica lúčna		
		min	max	priemer $\pm$ SD	min	max	priemer $\pm$ SD
chl a+b	mg.m ⁻²	315,67	448,40	383,35^{a*} $\pm$ 57,85	289,29	530,28	442,17^b $\pm$ 71,33
karot		75,03	93,80	83,79^a $\pm$ 11,77	78,99	110,74	91,01^b $\pm$ 16,77
chl a+b : karot		3,77	5,25	4,60^a $\pm$ 0,65	3,78	7,48	5,02^a $\pm$ 1,50
chl a : chl b		2,27	3,06	2,67^b $\pm$ 0,68	2,26	2,79	2,45^a $\pm$ 0,25
RWC (%)		71,25	95,65	84,56^a $\pm$ 6,65	65,36	93,48	80,84^a $\pm$ 7,30

chl a+b – celkový chlorofyl; karot – karotenoidy; RWC – relatívny obsah vody; min – minimálna hodnota; max – maximálna hodnota; SD – smerodajná odchýlka

*Rozdielne indexy pri priemerných hodnotách označujú preukazný rozdiel medzi druhmi (Fisherov LSD test, $\alpha = 0,05$)

V období deficitu vlhky majú väčšiu výhodu trávne druhy s hlboko siahajúcim koreňovým systémom (ako napr. kostrava trst'ovníkovitá), ktoré si dokážu vodu získať aj z hlbších vrstiev pôdneho profilu. Z tohto pohľadu je stredne hlboko koreniaci mätonoh trváci schopný lepšie odolávať suchu v porovnaní s plytšie koreniacou lipnicou lúčnou. Hoci sa v období deficitu vlhky kvalita porastu lipnice lúčnej zhoršuje (porast zoschne), podľa Našince (2006) lipnica lúčna dokáže z podzemných výbežkov lepšie regenerovať aj po

mnohých týždňoch sucha, kedy mnohé i suchovzdorné druhy tráv strácajú svoju regeneračnú schopnosť. Avšak bezprostrednou príčinou uhynutia trávneho porastu, ako Našinec (2006) ďalej uvádza, nie je sucho, ale vysoká teplota pôdy. Aj trávne druhy rýchlo prechádzajúce do stavu letnej dormancie (napr. kostrava červená) môžu prejsť vyššiu mieru suchovzdornosti ako iné druhy tráv (Wilson a Livingston, 1932). To je však spojené so znížením kvality porastu, čo sa potvrdilo aj v jednom z našich ďalších pokusov (Kovár, 2009).

Dobre viditeľným dôsledkom pôsobenia stresorov (sucho, teplo) je farebná zmena porastu ako výsledok rozpadu chlorofylu. Preto vďaka stabilnejšiemu pigmentovému systému jednotlivých druhov tráv sa môže dlhšie zachovávať zelená farba trávnikov aj v nepriaznivých podmienkach stresu zo sucha. Výsledný farebný odtieň tráv je daný obsahom modrozeleného chlorofylu a (*chl a*) a žltozeleného chlorofylu b (*chl b*). Reakcia týchto druhov farbív na nepriaznivé podmienky je rôzna, a preto sa koncentrácia každého z nich mení rôzne rýchlo. Počas sledovaného obdobia sme zaznamenali medzi obsahom chlorofylu a, chlorofylu b a celkovým chlorofylom (*chl a+b*) pri oboch trávnych druhoch štatisticky vysoko preukaznú koreláciu (tab. 3, 4).

Tab. 3 Korelačná analýza vybraných ukazovateľov pri mätonohu trvácom (Pearsonov koeficient)

	chl a	chl b	chl a+b	karot	chl a+b : karot	chl a : chl b	RWC
chl a	1						
chl b	0,69**	1					
chl a+b	0,96**	0,87**	1				
karot	0,45	0,19	0,38	1			
chl a+b : karot	0,47	0,63*	0,57*	-0,54	1		
chl a : chl b	-0,03	-0,73**	-0,31	0,20	-0,46	1	
RWC	0,10	-0,16	0,00	-0,21	0,23	0,40	1

* Korelácia je preukazná pri $P < 0,05$

** Korelácia je preukazná pri $P < 0,01$

Tab. 4 Korelačná analýza vybraných ukazovateľov pri lipnici lúčnej (Pearsonov koeficient)

	chl a	chl b	chl a+b	karot	chl a+b : karot	chl a : chl b	RWC
chl a	1						
chl b	0,87**	1					
chl a+b	0,99**	0,94**	1				
karot	0,35	0,06	0,26	1			
chl a+b : karot	0,43	0,66**	0,53*	-0,66**	1		
chl a : chl b	-0,12	-0,59*	-0,28	0,37	-0,53*	1	
RWC	0,05	0,13	0,08	0,35	-0,20	-0,17	1

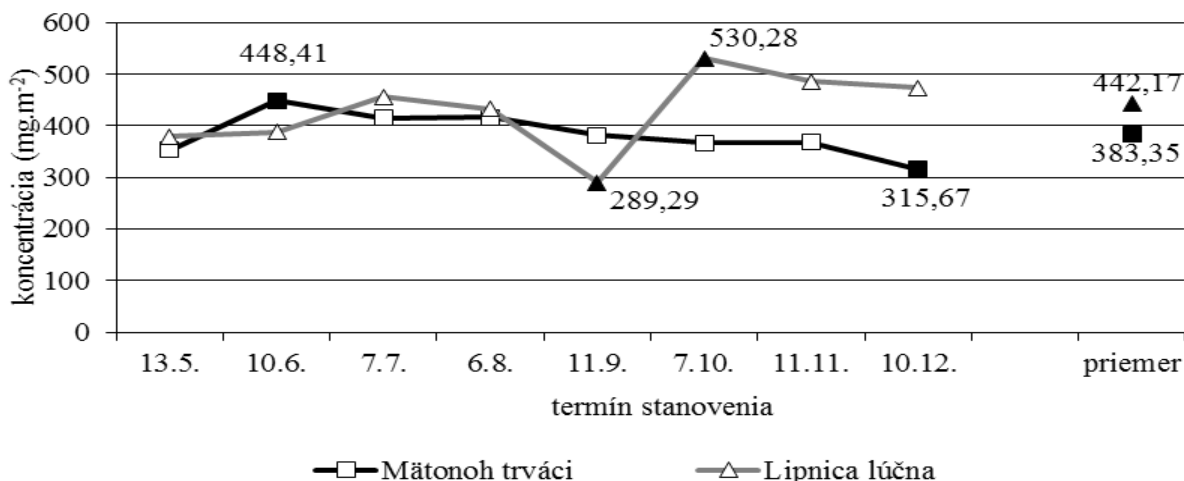
* Korelácia je preukazná pri $P < 0,05$

** Korelácia je preukazná pri $P < 0,01$

Taktiež sme zaznamenali aj rovnakú tendenciu v zmene ich koncentrácie. Preto v ďalšom texte prezentujeme iba zmeny celkového chlorofylu, ktoré sú znázornené na obr. 2. Pri mätonohu trvácom sa obsah *chl a+b* spoiatku zvyšoval a jeho maximálna koncentrácia ($448,41 \text{ mg.m}^{-2}$) bola zaznamenaná v prvej dekáde júna. Od tohto termínu sa množstvo celkového chlorofylu pozvoľne znižovalo až do konca sledovaného obdobia. Minimálny obsah *chl a+b* pri mätonohu trvácom bol stanovený v decembri ($315,67 \text{ mg.m}^{-2}$). Lipnica lúčna sa tiež od začiatku vegetačného obdobia vyznačovala zvyšovaním obsahu *chl a+b*. Na rozdiel od mätonohu trváceho si lipnica lúčna udržala rastúci trend množstva *chl a+b* až do konca prvej dekády júla. V tomto období boli jej porasty zelenšie ako porasty mätonohu

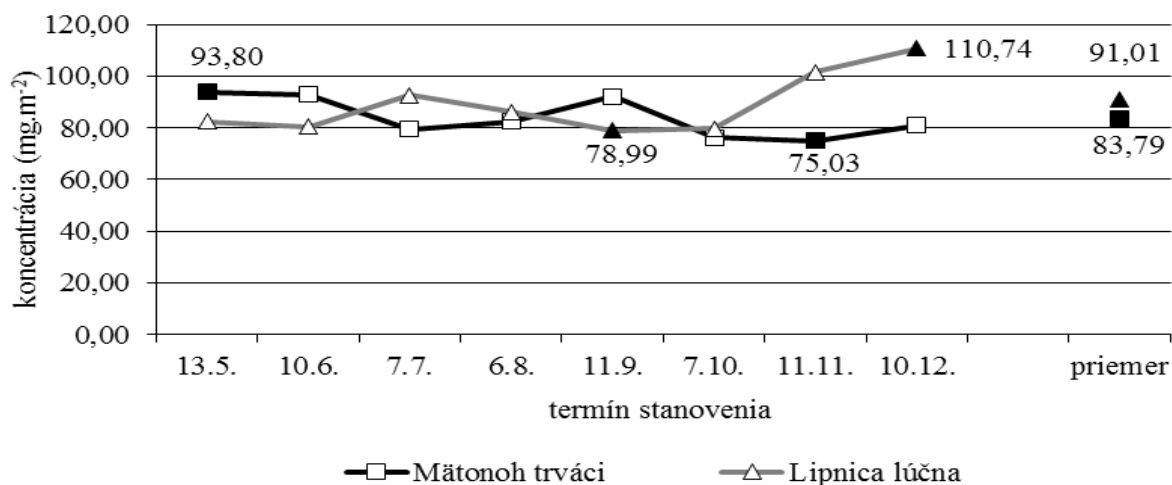
trváceho, ktoré nadobúdali zeleno-žltý odtieň. V suchom letnom období obsah celkového chlorofylu pri lipnici lúčnej začal mierne klesať a od 6.8. bol tento pokles výrazný. Najnižšia koncentrácia *chl a+b* (289,29 mg.m⁻²) bola zistená pri 5. stanovení (11.9.). Následný prudký vzostup množstva *chl a+b* s maximom v októbri (530,28 mg.m⁻²) bol v ďalšom období vystriedaný jeho miernym poklesom. V priemere za sledované obdobie si preukáže (p = 0,0001) vyšší obsah celkového chlorofylu udržala lipnica lúčna (442,17 mg.m⁻²) v porovnaní s mätonohom trvácim (383,35 mg.m⁻²).

Obr. 2 Zmeny koncentrácie celkového chlorofylu (*chl a+b*, mg.m⁻²) v listoch mätonohu trváceho a lipnice lúčnej v roku 2008 (označené sú minimálne, maximálne a priemerné hodnoty)



Okrem chlorofylov (*chl a*, *chl b*) sú súčasťou skupiny asimilačných pigmentov aj žlté farbivá – karotenoidy (obr. 3). Od začiatku vegetačného obdobia si hodnotené druhy udržiavali obsah karotenoidov v rozpätí od 80 mg.m⁻² do 100 mg.m⁻². Medzi druhou dekadou septembra a prvou dekadou novembra bol zaznamenaný výrazný pokles koncentrácie karotenoidov pri mätonohu trvácom (na 75,03 mg.m⁻²). Lipnica lúčna si zachovala obsah karotenoidov na úrovni približne 80 mg.m⁻². V období október – december bol zaznamenaný rastúci charakter množstva karotenoidov, viditeľnejší pri lipnici lúčnej. Pri lipnici lúčnej sa obsah karotenoidov zvýšil na 110,74 mg.m⁻² a pri mätonohu trvácom na 81,08 mg.m⁻². V uvedenom období (X – XII) bolo opäť možné pozorovať kvalitatívne – najmä farebné – zmeny trávnikov. Pokles množstva celkového chlorofylu a zvýšenie obsahu karotenoidov sa prejavilo zeleno-žltým sfarbením trávnikov. Avšak v tomto prípade farebné zmeny neboli spôsobené účinkom sucha a tepla, ale významnú úlohu tu mali nižšie denné teploty a krátky deň. Rovnako ako pri obsahu celkového chlorofylu, aj v prípade karotenoidov sa v priemere preukáže (p = 0,0238) vyšším obsahom karotenoidov vyznačovala lipnica lúčna (91,01 mg.m⁻²) v porovnaní s mätonohom trvácim (83,79 mg.m⁻²).

Obr. 3 Zmeny koncentrácie celkových karotenoidov (mg.m^{-2}) v listoch mätonohu trváceho a lipnice lúčnej v roku 2008 (označené sú minimálne, maximálne a priemerné hodnoty)



O stabilite pigmentového systému vypovedá aj menšie kolísanie koncentrácie farbív počas vegetačného obdobia. Pri mätonohu trvácom sa prejavila miernejšia fluktuácia obsahu celkového chlorofylu (obr. 2), kde rozdiel medzi maximálnou a minimálnou hodnotou bol $132,73 \text{ mg.m}^{-2}$ (pri lipnici lúčnej $240,99 \text{ mg.m}^{-2}$). Rovnako pri mätonohu trvácom sa stabilnejšie prejavili aj karotenoidy (obr. 3) s hodnotou max-min na úrovni $18,77 \text{ mg.m}^{-2}$ (pri lipnici lúčnej $31,75 \text{ mg.m}^{-2}$). Stabilitu chlorofylového komplexu dokumentuje aj pomer množstva *chl a* k množstvu *chl b*, ktorý mal pri mätonohu trvácom hodnotu 2,67 a pri lipnici lúčnej 2,45 (tab. 2). Tento rozdiel bol štatisticky preukazný ($p = 0,0364$). Vzájomný pomer celkového chlorofylu ku karotenoidom (*chl a+b : karot*), považovaný za indikátor suchovzdornosti, ukázal lepšiu, ale nie štatisticky preukaznú ($p = 0,0946$), suchovzdornosť lipnice lúčnej (5,02) v porovnaní s mätonohom trvácom (4,60). Hodnotené trávne druhy dosiahli pomerne vysoké hodnoty pomerov (*chl a : chl b*; *chl a+b : karot*), na základe ktorých by sme ich mohli považovať za relatívne suchovzdorné. Napriek tomu, bola kvalita porastov týchto trávnych druhov v období deficitu vlhky nízka – trávky boli zvädnuté a bol zaznamenaný pokles koncentrácie asimilačných pigmentov.

Pri hodnotení reakcie trávnych druhov na stres zo sucha a tepla, musíme pamätať aj na to, že rozpad chlorofylu je prirodzená obranná reakcia rastlín. Tak sa minimalizuje možnosť poškodenia citlivého svetlozberného komplexu nevyhnutného pre fotosyntézu (Xu et al., 1995).

Záver

V experimente zameranom na hodnotenie kvalitatívnych zmien trávnikových porastov mätonohu trváceho a lipnice lúčnej pestovaných v podmienkach nízkych vstupov sa ukázalo, že lipnica lúčna sa vyznačovala v priemere vyšším obsahom celkového chlorofylu ($442,17 \text{ mg.m}^{-2}$) a karotenoidov ($91,01 \text{ mg.m}^{-2}$) ako mätonoh trváci ($383,35 \text{ mg.m}^{-2}$ a $83,79 \text{ mg.m}^{-2}$). Na druhej strane, mätonoh trváci sa prezentoval v priemere vyššou saturáciou pletív vodou (84,56 %) než lipnica lúčna (80,84 %). Stabilnejší chlorofylový komplex, vyjadrený vzájomným pomerom *chl a : chl b*, preukázal mätonoh trváci, ktorý sa hodnotou 2,67 odlišoval od lipnice lúčnej (2,45). Naopak, hodnota pomeru celkového chlorofylu ku karotenoidom, ktorý je považovaný za indikátor suchovzdornosti, bola vyššia pri lipnici lúčnej (5,02) v porovnaní s mätonohom trvácom (4,60). Z celkového pohľadu možno konštatovať, že lipnica lúčna aj mätonoh trváci sú relatívne vhodné pre podmienky nízkych vstupov.

Literatúra

1. BEARD, J. B.: Turfgrass: Science and culture. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ.
2. GÁBORČÍK, N.: Variabilita koncentrácie chlorofylu v trávach a jeho význam v produkcii a kvalite trávnej hmoty. Docentská habilitačná práca, Banská Bystrica, 1995, 46 s.
3. HEWLETT, J. D. – KRAMER, P. J.: The measurement of water deficits in broadleaf plants. In: Protoplasma, 1963, č. 57, s. 381 – 391
4. HUANG, B. – GAO, H.: Physiological responses of diverse tall fescue cultivars to drought stress. In: HortScience, 1999, č. 34, s. 897 – 901
5. JIANG, Y. – HUANG, B.: Drought and heat stress injury of two cool-season turfgrasses in relation to antioxidant metabolism and lipid peroxidation. In: Crop Science, 2001, č. 41, s. 436 – 442
6. JIANG, Y. – HUANG, B.: Protein alterations in tall fescue in response to drought stress and abscisic acid. In: Crop Science, 2002, č. 42, s. 202 – 207
7. KOVÁR, P.: Floristické zloženie a kvalita trávnikovných porastov v podmienkach low input caespestechiky. Dizertačná práca. Nitra: SPU, 2009, 138 s.
8. LICHTENTHALER, H.: Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. In: Method in Enzymology, 1987, č. 148, s. 350 – 382
9. LIU, J. – XIE, X. – DU, J. – SUN, J. – BAI, X.: Effects of simultaneous drought and heat stress on Kentucky bluegrass. In: Scientia Horticulturae, 2008, č. 115, s. 190 – 195
10. LIU, X. – HUANG, B.: Heat stress injury of creeping bentgrass in relation to membrane lipid peroxidation. In: Crop Sci., 2000, č. 40, s. 503 – 510
11. SLOVENSKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV: Bulletin Meteorológia a Klimatológia, 2008. Dostupné na <http://www.shmu.sk/sk/?page=1613> [cit. 2020-04-15]
12. ŠVIHRA, J.: Vodný deficit v ontogenéze obilnín. Bratislava: VEDA, 1984, 150 s.
13. TAIZ, L. – ZEIGER, E.: Plant physiology, 2nd ed Sinauer Association, Sunderland, MA.
14. TURNER, N. C.: Crop water deficits: a decade of progres. In Brestič, M. a Olšovská, K. Vodný stres rastlín: príčiny, dôsledky, perspektívy. Nitra: VES SPU, 2001, 149 s.
15. WHITE, R. H. – ENGELKE, M. C. – MORTON, S. J. – RUEMMELE, B. A.: Competitive turgor maintenance in tall fescue. In: Crop Sci., 2001, č. 32, s. 251 – 256
16. WILSON, J. D. – LIVINGSTON, B. E.: Wilting and withering of grasses in greenhouse cultures as related to water-supplying power of the soil. In: Plant Physiol., 1932, č. 7, s. 1 – 34
17. XU, Q. – PAULSEN, A. Q. – GUIKEMA, J. A. – PAULSEN, G. M.: Functional and ultrastructural injury to photosynthesis in wheat by high temperature during maturation. In: Environ. Exp. Bot., 1995, č. 35, s. 43 – 54

PodĎakovanie

Príspevok vznikol s podporou projektov KEGA 019SPU-4/2019 a KEGA 032SPU-4/2019.

Kontaktná adresa

Ing. Peter Kovár, PhD.; doc. Ing. Ľuboš Vozár, PhD.; Ing. Peter Hric, PhD.; Katedra rastlinnej výroby a trávnych ekosystémov, FAPZ SPU, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail: Peter.Kovar@uniag.sk

VPLYV BRASSINOSTEROIDOV NA FYZIOLOGICKÉ ZMENY HRACHORA ÚČINKOM SUCHA

EFFECTS OF BRASSINOSTEROID ON THE INDUCTION OF PHYSIOLOGICAL CHANGES IN GRASS PEA UNDER DROUGHT STRESS

Eleonóra KRIVOSUDSKÁ¹ – Jana FERENCOVÁ¹ - Martina GAŽAROVÁ²

¹SPU Nitra, Katedra fyziológie rastlín

²SPU Nitra, Katedra výživy ľudí

Abstract

The purpose of our experiments was to consider sensitivity of the chosen 4 grass pea genotypes (*Lathyrus sativus* L. cv. Stapnak 12, cv. Ifla, cv. Icarda 97 and cv. Mattar DM-1) possibility of elimination by means of brassinosteroids on the ground of physiological characteristics (osmotic potential, and relative water content) and to show possible resistance mechanisms of this plant to drought stress. Also the proline accumulation was monitored during the water stress, whilst higher content of free proline reached a level of 43,33 $\mu\text{mol.g}^{-1}$ FW (Stapnak 12) in dehydrated plants with the brassinosteroid usage

Keywords: drought, osmotic potential, free proline, grass pea

Súhrn

Zámerom našich experimentov bolo sledovať citlivosť 4 vybraných genotypov hrachora (*Lathyrus sativus* L. odroda Stapnak 12, odroda Ifla, odroda Icarda 97 a odroda Mattar DM-1) a možnosť eliminácie sucha pomocou brassinosteroidov sledovaním vybraných fyziologických parametrov (osmotický potenciál a relatívny obsah vody) a na poukázanie možných mechanizmov rezistencie tejto rastliny voči stresu zo sucha. Počas vodného stresu sa sledovala aj akumulácia voľného prolínu, zatiaľ čo vyšší obsah voľného prolínu dosiahol hodnotu 43,33 $\mu\text{mol.g}^{-1}$ ČH (Stapnak 12) v dehydratovaných rastlinách s použitím brassinosteroidu.

Keywords: sucho, osmotický potenciál, voľný prolín, hrachor

Úvod

Stres suchom je považovaný za obmedzujúci faktor rastlinnej výroby. Pre minimalizovanie škodlivých účinkov bolo použitých mnoho látok. Jedným typom týchto látok sú brassinosteroidy so svojimi antioxidačnými vlastnosťami (Behnamnia, 2009). Preto sa pri produkcii plodín celosvetovo aplikujú chemické regulátory. Súčasne s prácou na syntéze nových potenciálnych regulátorov sa pátra po prirodzených a ekologicky bezpečných substanciách. Hľadanie nových aktívnych rastlinných látok v peľi viedlo k objavu substancie nazvanej brassin, ktorá pri teste stimulovala rast druhého internódia. V roku 1982 zaviedli Thompson et al. pojem brassinosteroid. V súčasnosti sú brassinosteroidy považované za samostatnú triedu steroidných fytohormónov (Bishop a Yokota, 2000; Zullo a Adam, 2002). Brassinosteroidy ovplyvňujú niektoré dôležité poľnohospodárske charakteristiky ako je doba kvetu, stavba tela, výnos semien a tolerancia voči stresu, preto genetická manipulácia ich biosyntézy, premeny a percepcie ponúka jedinečnú možnosť signifikantného zvýšenia výnosu plodín prostredníctvom zmeny metabolizmu a ochrany pred environmentálnymi stresmi (Bajguz, 2007; Divi a Krishna, 2009). Ihneď po objavení brassinosteroidov boli iniciované štúdie o možnosti ich využitia na zlepšenie výnosu poľnohospodárskych plodín, a to ako v laboratórnych, tak v poľných podmienkach. Brassinosteroidy zvýšili výnos pšenice, jačmeňa, ryže, kukurice, sóje, fazule, podzemnice olejnej, hlávkového šalátu, reďkvičiek,

rajčín, mrkvy, zeleru, cibule, cesnaku, zemiakov, špenátu, papriky, bavlíku, čajovníku, kávovníku, jabloní, jahôd, citrusov, vodného melónu, cukrovej repy, horčice, repky, tabaku, uhoriek, vínnej révy a ďalších (Hayat et al., 2000; Rao et al., 2002; Peng a Li, 2003).

Podľa Müssiga (2005) brassinosteroidy ovplyvňujú rastové i reprodukčné procesy, stimulujú rast i delenie buniek, rast mladých vegetatívnych pletív (epikotylu, hypokotylu, koleoptile), indukujú kvitnutie, dozrievanie plodov, klíčenie semien, tvorbu a rast koreňov, rast peľových krčiažkov, podieľajú sa na diferenciácii systému vodivých pletív, hrajú spolu s ďalšími fytohormónmi zásadnú úlohu pri senescencii, aktivujú protónové pumpy v bunkových membránach, ovplyvňujú fotosyntézu, asimiláciu uhlíka a fixáciu dusíka, stimulujú produkciu etylénu, chránia rastlinu proti abiotickým a biotickým stresorom a podieľajú sa i na ďalších procesoch v rastline.

Medzi najstaršie pestované plodiny zaradíme strukoviny. Hrachor siaty (*Lathyrus sativus* L.), strukovina v suchých a polosuchých oblastiach, je všeobecne uznávaný ako vysoko tolerantný voči suchu. Hrachor siaty je strukovina odolná voči suchu, ktorej sa darí na pôdach s minimálnymi vonkajšími vstupmi. Tradične je používaná na ľudskú spotrebu a ako zdroj krmiva pre zvieratá, pretože je táto strukovina bohatá na bielkoviny, obľúbená pre svoju vynikajúcu chuť (Sara et al., 2020). Rybiňský (2013) konštatuje, že hrachor siaty je využívaný najmä na ľudský konzum a výkrm zvierat, pričom uvedené využitia sú obvykle limitované počasím a dostupnosťou iných zdrojov a hrachor siaty sa často využíva najmä regionálne.

Rod *Lathyrus* obsahuje asi 150 druhov rastlín, z ktorých najvýznamnejšie pestované druhy s využitím ako potravina sú *Lathyrus sativus* L. (hrachor siaty) a *Lathyrus cicera* L. (hrachor cícerový), sú pestované ako strukoviny za účelom získania suchého plodu – struku, a semien v ňom. Ostatné druhy sú najmä okrasné rastliny, buriny, krmné plodiny alebo sú využívané ako zelené hnojivo (Patto a Rubiales, 2014).

Cieľom experimentálnej práce preto bolo sledovať účinok brassinosteroidov a porovnať počas postupujúcej dehydratácie schopnosť jednotlivých genotypov hrachora akumulovať v listoch voľný prolín a to tak jeho maximálne dosahovanú úroveň pri jednotlivých genotypoch, ako aj citlivosť na zmeny vodného stavu v listoch.

Materiál a metódy

Pokusy sme realizovali ako štandardné nádobové pokusy pri skleníku Katedry fyziológie rastlín. Využívali sme nádoby s objemom 15 litrov, do ktorých sme dávali pôdny substrát - ťažkú, ílovito-hlinitú fluvizem. Do takto pripravenej pôdy sme vysiali po 9 zŕn do každej nádoby z celkového počtu 10 pre každý genotyp. Celkovo boli vysiate 4 genotypy hrachora siateho (Stapnak 12, Ifla, Mattar DM-1, Icarda). Po vyklíčení boli rastliny všetkých nádobách pestované s plnou zálievkou, resp. pestované v prirodzených klimatických podmienkach až do začiatku kvitnutia.

Vo fenofáze kvitnutia sme u vybranej vzorky rastlín z každého genotypu nastavili simulovaný vodný stres s tým, že sme zamedzili akémukoľvek prístupu zrážok. Kontrolné varianty boli zalievané naďalej počas trvania osmotického stresu. Taktiež sme vo fenofáze kvitnutia, v rovnakom termíne aplikovali pre každú odrodu na listy aj postrek brassinolidom B 1439,10 mg ($\geq 90\%$ HPLC, Sigma, Aldrich), pričom sme opäť ponechali aj varianty bez aplikácie brassinolidu.

V rámci sledovania fyziologických reakcií na suchu sme v pravidelných obdobiach odobrali na stresovaných (zamedzenie prístupu zrážok, pozastavenie zalievania) aj kontrolných rastlinách i rastlinách s aplikáciou brassinosteroidov v ranných hodinách plne vyvinuté dospelé listy, pri ktorých boli sledované parametre vodného režimu ako je relatívny obsah vody v listoch (RWC) gravimetricky a osmotický potenciál (Ψ_s). Sledovaný parameter RWC bol v tomto prípade použitý pri prepočte obsahu voľného prolínu. Pre stanovenie

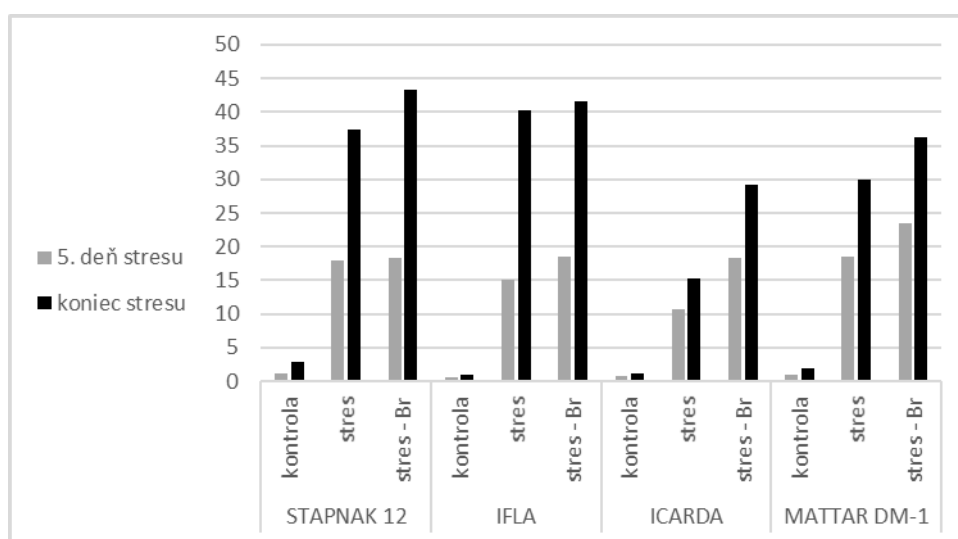
osmotického potenciálu listov (Ψ_s) boli vzorky ihneď po odobratí zmrazené v tekutom dusíku. Samotné merania osmotického potenciálu sa realizovali už v laboratóriu katedry v inom období psychrometrom Wescor HR-33 (Wescor, USA) po rozmrazení vzoriek listov. Pri tejto metóde sa uzavrel malý výsek listu do psychrometrickej komory. Stanovenie obsahu voľného prolínu v listoch sa realizovalo spektrofotometricky metódou podľa Bates et al. (1973), vyjadrený v $\mu\text{mol.g}^{-1}$ ČH listov. Po extrakcii (odoberali sme približne 0,1-0,5 g materiálu) sme stanovili obsah prolínu v toluénovom roztoku (absorbancia pri vlnovej dĺžke 520 nm). Koncentráciu prolínu v $\mu\text{mol.g}^{-1}$ čerstvej hmotnosti sme určili z kalibračnej krivky a vypočítali na základe čerstvej hmotnosti. Výslednú hodnotu sme prepočítali kvôli korektnejšiemu porovnávaniu na hmotnosť vzorky so 100% RWC. Po ukončení postupnej dehydratácie boli opäť všetky genetické zdroje hrachora naďalej zalievané až do zberu.

Výsledky a diskusia

Vzhľadom k neustále sa meniacim podmienkam prostredia narastá potreba využívania odrôd schopných tolerovať nepriaznivé faktory prostredia, predovšetkým sucho, v rôznych fenofázach rastu. V publikáciách je často diskusia o potenciálnej úlohe fyziologického výskumu v šľachtení rastlín. Všeobecne sa pri skríningu genotypov na toleranciu k menej priaznivým abiotickým a biotickým faktorom prostredia dostáva do popredia fyziologický prístup. Umožňuje pracovať s väčšou šírkou genotypov, než klasický agronomický prístup, urýchlňuje šľachtiteľský proces. Ten sa stáva rozhodujúcim vo finálnej fáze hodnotenia najlepších vybraných genotypov. Zvlášť významné je to pri tak komplexnom faktore ako je sucho, kde sa ešte nepodarilo presne špecifikovať genetickú podmienenosť (Reynolds et al., 2001).

Za významný determinálny znak tolerancie druhu voči suchu sa považuje akumulácia voľného prolínu, ktorého obsah sa pri dehydratácii zvyšuje niekoľkonásobne. Táto zvýšená akumulácia prolínu prispieva k ochrane pred fotoinhibíciou a vylepšuje aj energetický stav rastlinných buniek pri ich regenerácii po uplynutí stresu (De Ronde et al., 2004). Z našich experimentov vyplýva, že vodný stres výrazne ovplyvnil akumuláciu voľného prolínu (Obr. 1) oproti kontrolným vzorkám u sledovaných genotypov.

Obr. 1 Obsah voľného prolínu v listoch hrachora ($\mu\text{mol.g}^{-1}$ ČH v prepočte na 100 % RWC)



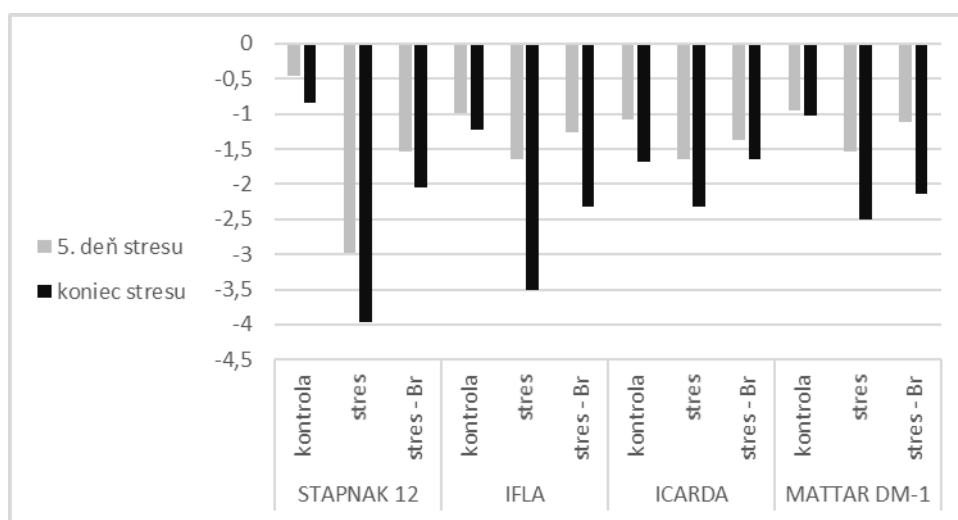
Výraznejšia akumulácia bola ale pozorovaná pri rastlinách hrachora, kde bol aplikovaný postrek brassinolidom. Ku koncu dehydratácie sa vplyvom brassinosteroidov výraznejšie akumuloval voľný prolín pri genotype Stapnak 12 ($43,33 \mu\text{mol.g}^{-1}$ ČH v prepočte

na 100 % RWC) pôvodom z Ruska a taktiež pri genotype Ifla (40,35 $\mu\text{mol.g}^{-1}\text{ČH}$ v prepočte na 100 % RWC), pôvodom z Ukrajiny. Ďalšie genotypy boli inej proveniencie (Icarda, Sýria, Mattar DM-1, Pakistan).

Vodný deficit vedie k inhibícii rastu, akumulácii ABA, prolínu, manitolu a sorbitolu, k tvorbe komponentov zachytávajúcich voľné radikály, k zatvoreniu prieduchov a k redukcii transpirácie, vodného potenciálu pletív, fotosyntetickej aktivity, ako aj k syntéze nových proteínov (Brestič, Olšovská, 2001).

Akumulácia prolínu je geneticky podmienená a je typickou vlastnosťou rastlín ako reakcie na vystavenie dehydratácii, vysokej alebo nízkej teplote, ale aj exogénnej aplikácii kyseliny abscisovej (Schinozaki, Yamaguchi-Schinozaki, 1998). V dôsledku pôsobenia osmotického stresu na vybrané genotypy strukovín sa akumuluje voľný prolín, čoho indikátorom je zvýšené množstvo metabolického toku tepla najmä v koreňoch a menej v listoch sledovaných rastlín. Voľný prolín je považovaný aj za marker stresu. Zvýšenie obsahu prolínu koreluje so schopnosťou rastlín odolávať stresu, ale môže byť aj dôkazom osmotickej regulácie. Skôr výnimočne niektorí autori ale udávajú vyšší obsah prolínu pri genotypoch citlivých na stres (Liu, Zhu, 1997). Väčšia akumulácia prolínu a rozpustných cukrov zmiernila osmotické stresové poškodenie hrachora v porovnaní s hrachom. Younesian et al. (2017) uvádza zvýšenie obsahu voľného prolínu vplyvom brassinosteroidov u fazule (*Phaseolus vulgaris* L.) o 18%.

Obr. 2 Zmeny osmotického potenciálu v listoch hrachora (MPa)



Osmotický potenciál predstavuje energiu tej vody v bunke (pletive), ktorá je väzbou na ióny a molekuly rozpustných organických a anorganických solí a ďalších zlúčenín vo vakuolách znepriístupnená pre biochemické a fyziologické procesy. Relatívne znepriístupnenie vody je tým väčšie, čím je roztok bunkovej šťavy koncentrovanejší. V podmienkach sucha toto koncentrovanie iónov a molekúl môže zásadným smerom ovplyvniť hodnotu výsledného vodného potenciálu a turgoru v pletivách. Tým, že sa osmotickou cestou podporí príjem a udržanie vody v pletive, môže rastlina prežiť v podmienkach sucha a zachovať si prijateľné produkčné parametre. Dochádza ku zvýšenej syntéze a hromadeniu asimilátov v bunkách, čo vyvoláva zvýšenú extrakciu vody z okolitých pletív a zvýši sa tlakový potenciál na pôvodnú hodnotu pred periódou sucha (Procházka et al., 1998). Vzťah vodného, osmotického potenciálu a turgoru sa môže meniť v závislosti od druhu rastlín ale aj typu buniek (Brestič, Olšovská, 2001). Vlastné zníženie osmotického potenciálu u stresovaných rastlín umožňuje vysloviť predpoklad, že osmotická úprava je významným

mechanizmom tolerancie na sucho (Patakas, Noitsakis, 1999), čo vyplynulo aj z nášho experimentu (Stapnak 12 -2,5 MPa, Ifla -2,32 MPa, Icarda -1,65 MPa a Mattar DM-1 - 2,13MPa) pod účinkom brassinosteroidov (Obr. 2).

Ošetrovanie roztokom s koncentráciou brassinosteroidov (Jinglong et al., 2013) znížilo transpiráciu, vodivosť prieduchov a obsah MDA u rastlín vystavených miernemu a silnému stresu suchom, v porovnaní s rastlinami neošetrovanými. Obsah vody v listoch, vodný potenciál, obsah rozpustných cukrov a voľného prolínu, aktivita SOD, POD a CAT boli vždy vyššie u rastlín ošetrovaných BRL 0,2 mg/l, v porovnaní s rastlinami neošetrovanými. Výsledky štúdie (Li et al., 2008) naznačujú, že brassinosteroidy môže zmiernovať vodný stres a zlepšovať odolnosť na sucho.

Záver

Najdôležitejšími výhodami hrachora siateho sú jeho odolnosť voči suchu a schopnosť adaptácie na rôzne pestovateľské podmienky, pri ktorých by iné plodiny neboli schopné prežitia, a zároveň schopnosť vyprodukovať kvalitnú zelenú hmotu a semená bohaté na bielkoviny využiteľné ako potravina alebo krmivo.

Poznanie metabolizmu rastlín po navodení osmotického stresu, alebo aspoň schopnosť rozpoznať a určiť zmeny, ktoré v metabolizme nastali, je jedným zo základných predpokladov úspešnej produkcie rastlín.

Záverom možno povedať, že brassinosteroidy môžu zmierniť škodlivé účinky na rastliny, vyvolané stresom zo sucha a ich aplikáciou môžeme zlepšiť znášanlivosť stresu suchom v rastlinách tým, že plnia významnú úlohu v mnohých fyziologických procesoch.

Literatúra

1. BAJGUZ, A. 2007. Metabolism of brassinosteroids in plants. *Plant Physiology and Biochemistry*, 45 (2), 2007, s. 396 – 400.
2. BATES, L. S. - WALDREN, R. P. - TEARE, J. D., 1973. Rapid determination of proline for water stress studies. In: *Plant and Soil*, 1973, 39, 205-207.
3. BISHOP, G.J. - YOKOTA, T. 2001. Plant steroid hormones, brassinosteroids: current highlights of molecular aspects on their synthesis/metabolism, transport, perception and response. *Plant and Cell Physiology* 42: 114-120
4. BRESTIČ, M. - OLŠOVSKÁ, K., 2001. Vodný stres rastlín: príčiny, dôsledky, perspektívy. VES SPU Nitra, ISBN 80-7137902-6, 149 s.
5. DE RONDE, J. A. - CRESS, W. A. - KRUGER, G. H. J. 2004. Photosynthetic response of transgenic soybean plants, containing an Arabidopsis P5CR gene, during heat and drought stress. In *Journal of Plant Physiology* 161: 1211 – 1224.
6. DIVI, U.K. - KRISHNA, P. 2009. Brassinosteroid: a biotechnological target for enhancing crop yield and stress tolerance. *New Biotechnology* 26: 131-136
7. HAYAT, S. – AHMAD, A. – MOBIN, M. – HUSSAIN, A. – FARUDIDDIN, Q., 2000. Photosynthetic rate, growth and yeild of mustard plants sprayed with 28-homobrassinolid. *Phytosynthetic*, 38:469-471. ISSN 0300-3604
8. JINGLONG, J. – MIAO, S. - YUERU, CH. – NAN, G. - CHENGJIN J. 2013. Correlation of drought resistance in grass pea (*Lathyrus sativus*) with reactive oxygen species scavenging and osmotic adjustment, *Biologia* 68/2: 231—240, Section Botany DOI: 10.2478/s11756-013-0003-y
9. LI, K. R. - WANG, H. H., - WANG, Q. J., - FAN, J. 2008. Effects of brassinolide on survival, growth and drought resistance of Robinia pseudoacacia seedlings under water-stress. *New Forests* 35: 255-266
10. MÜSSIG, C. 2005. Brassinosteroid Promoted Growth. *Plant Biology*, 7 (2), s. 110 – 117.

11. PATAKAS, A. – NOITSAKIS, B. 1999. Osmotic adjustment and partitioning of turgor responses to drought in grapevines leaves. *Am. J. Enol. Vitic.* 50, 1999, s. 76 – 80.
12. PATTO, V. M. C. – RUBIALES, D. 2014. Lathyrus diversity: available resources with relevance to crop improvement – *L. sativus* and *L. cicera* as case studies. In *Annals of Botany* [online], vol. 113, no. 6. pp. 895-908 [cit. 2017-04-22]. ISSN 0305-7364.
13. PENG, P. – LI, J. 2003. Brassinosteroid signal transduction: A mix of conservation and novelty. *Journal of Plant Growth Regulation*, 22 (4), 2003, s. 298 – 312.
14. PROCHÁZKA, S. et al. 1998. *Fyziologie rostlin*. Praha: Akademie, 484 s. ISBN: 80-200-0586-2.
15. RAO, S. S. R. et al. 2002. A new class of phytohormones. *Current Science*, 82 (10), 2002, s. 1239 – 1245.
16. REYNOLDS, M.P. - ORTIZ-MONASTERIO, J.I. - MCNAB, A. 2001. Application of Physiology in Wheat Breeding. Mexiko, D. F.: CIMMYT: s.32. ISBN 970-648-077-3.
17. RYBIŃSKI, W. 2013. Lathyrus in Poland – origin, breeding, research status and consumption. In *Cassava Cyanide Diseases & Neurolathyrism Network* [online], vol. 22. [cit. 2018-03-02]. ISSN 1838-8825. Dostupné na : <[http:// biology-assets.anu.edu.au/hosted-sites/CCDN/newsletters/CCDNNews22fin.pdf](http://biology-assets.anu.edu.au/hosted-sites/CCDN/newsletters/CCDNNews22fin.pdf)>
18. SARA, B.H. A. - SHEREEN, A. E.-MAATY – REDA, E.A. M. 2020. Changes in Cat 2, NHX-1 gene expression in tomato under salt Stress condition *Plant Archives* Vol. 20, Supplement 1, pp. 3201-3207 e-ISSN:2581-6063 (online), ISSN:0972-5210
19. SCHINOZAKI, K. – YAMAGUCHI-SCHINOZAKI, K. 1997. Gene expression and signal transduction in water-stress response. In: *Plant Physiology*, roč. 115, s. 327-334.
20. YOUNESIAN, M. et al. 2017. Role of Brassinosteroid in the Plant Response to Drought: Do we know anything for certain?, pp.101-168. 978-981-13-6057-2.
21. ZULLO, M.A.T. - ADAM, G. 2002. Brassinosteroid phytohormones: structure, bioactivity and applications. *Brazilian Journal of Plant Physiology* 14: 83-121

Pod'akovanie

Uvedená práca vznikla za finančnej podpory grantovej agentúry VEGA 1/0683/20 a VEGA 1/0589/19.

Pod'akovanie za poskytnutie genotypov hrachora Génovej banke SR v Piešťanoch.

Kontaktná adresa

Ing. Eleonóra Krivosudská, PhD., Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, Katedra fyziológie rastlín, Trieda A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovensko, eleonora.krivosudska@uniag.sk

FYTOTOXICITA VYBRANÝCH HERBICIDNÍCH ÚČINNÝCH LÁTEK K JETELI LUČNÍMU A ÚČINNOST NA ŠTOVÍK KADEŘAVÝ PHYTOTOXICITY AND EFFICACY OF POSTEMERGENCE HERBICIDES ON TRIFOLIUM PRATENSE AND RUMEX CRISPUS

Zuzana KUBÍKOVÁ¹ – Hana SMEJKALOVÁ¹ – Karla KOLAŘÍKOVÁ²

¹ Zemědělský výzkum, spol. s r. o.

² Výzkumný ústav pícninářský, spol. s r. o.

Abstract

Thifensulfuron-methyl, *MCPA* and *amidosulfuron* were studied in greenhouse experiments at three application rates in order to evaluate their effects on red clover (*Trifolium pratense* L.), and curled dock (*Rumex crispus* L.). The influences of these herbicides on shoot phytotoxicity, plant height and biomass production were evaluated. Herbicide-induced foliar injury on red clover and curled dock ranged from early chlorosis, leaf and stem deformations, necrosis and stunted growth (especially in *thifensulfuron-methyl* and *amidosulfuron*). The *thifensulfuron-methyl* phytotoxicity to red clover ranged from 43 to 75 % depending on herbicide rate. The *amidosulfuron* phytotoxicity to red clover was lower and ranged from 22 to 48 % depending on herbicide rate. The *MCPA* phytotoxicity was the lowest and ranged from 1 to 10 %. The efficacy to curled dock ranged from 59 to 83 % in *thifensulfuron-methyl*, from 51 to 78 % in *amidosulfuron* and from 69 to 97 % in *MCPA*. *MCPA* showed the highest selectivity to red clover and the highest efficacy to curled dock.

Keywords: *thifensulfuron-methyl*, *MCPA*, *amidosulfuron*

Souhrn

Ve skleníkových pokusech byla zkoušena fytotoxicita *thifensulfuron-methylu*, *MCPA* a *amidosulfuronu* k jeteli lučnímu (*Trifolium pratense* L.) a jejich účinnost na šťovík kadeřavý (*Rumex crispus* L.). U každé účinné látky byly zkoušeny tři koncentrace. Nejvýznamnějšími příznaky fytotoxicity byly u obou druhů chlorózy, deformace listů a stonků, nekrózy a u *thifensulfuron-methylu* a *amidosulfuronu* došlo také k omezení růstu. U *thifensulfuron-methylu* byla fytotoxicita k jeteli po 64 dnech 43 až 75 % v závislosti na dávce. U *amidosulfuronu* byla fytotoxicita k jeteli nižší a po 64 dnech se pohybovala od 22 do 48 % v závislosti na dávce. Nejnižší fytotoxicita k jeteli byla zjištěna u *MCPA*, kde se po 64 dnech pohybovala od 1 do 10 %. Účinnost na šťovíky se u *thifensulfuron-methylu* pohybovala od 59 do 83 %, u *amidosulfuronu* od 51 do 78 % a u *MCPA* od 69 do 97 %. Účinná látka *MCPA* měla ze zkoumaných látek nejlepší selektivitu a také největší účinnost.

Klíčové slová: *thifensulfuron-methyl*, *MCPA*, *amidosulfuron*

Úvod

Jetel luční je významnou vytrvalou pícninou z čeledi bobovitých a v České republice se pěstuje zhruba na ploše 60 tis. ha (ČSÚ 2019). Z toho cca 10 % plochy zaujímají porosty jetele pěstované na produkci semene. Významnými a velmi problematickými plevely, nejen v semenných porostech jetele ale i v dalších plodinách, jsou šťovíky. Jsou to vytrvalé plevely náležící do čeledi *Polygonaceae* a nejvýznamnějšími druhy v ČR jsou šťovík tupolistý a šťovík kadeřavý. Při pěstování semenných porostů jetele jsou šťovíky velkým problémem nejen proto, že se jedná o rychle rostoucí a silně invazivní druhy, ale zejména proto že velmi nepříznivě ovlivňují kvalitu osiva. Množství semen šťovíků v osivu jetele lučního je omezeno vyhláškou č. 129/2012 sb., která zpracovává předpisy o uvádění osiva a sadby do oběhu. Semena šťovíků je velmi obtížné ze sklizeného osiva jetele odstranit (Angerson, Hanting

2013), a proto má účinná ochrana semenných porostů jetele proti těmto druhům velký význam.

V chemické ochraně bylo proti šťovíkům zkoušeno mnoho účinných látek. Například u pšenice proti šťovíku zubatému (*Rumex dentatus*) byly zkoušeny účinné látky *flufenacet*, *carfentrazon*, *carfentrazon-ethyl* nebo *bromoxynil* v kombinaci *MCPA*, *isoproturon*, *metsulfuron*, *2,4-D*, *terbutryn* a *dicamba* (Naseer-ud-Din and Shehzad 2011, Chhokar et al. 2007). K hubení šťovíku kadeřavého byl v pšenici zkoušen *fluroxypyr* v kombinaci s *MCPA*, *metsulfuron* v kombinaci s *tribenuronem*, *isoproturon*, *bromoxynil* v kombinaci s *MCPA*, *chlorotoluron* v kombinaci s *MCPA*, *metribuzin* a *triaslufuron* (Khan et al. 1999, Iqbal et al. 2019). Chemickou kontrolou šťovíku kadeřavého na neobdělávaných pozemcích se zabývali Dimitrova a Marinov-Serafimov (2008), kteří zkoušeli možnosti využití účinných látek *asulam* a *2,4-D* v kombinaci s *triclopyrem*. Další účinné látky byly proti šťovíku tupolistému zkoušeny na intenzivně obdělávaných loukách a pastvinách, a to *mecoprop-P*, *fluroxypyr* v kombinaci s *triclopyrem*, *amidosulfuron* a *metsulfuron-methyl* (O'Donovan et al. 2015). Celkem bylo proti šťovíkům vyzkoušeno poměrně široké spektrum účinných látek, avšak hubení šťovíku v porostech jetele lučního je komplikováno tím, že se jedná o poměrně citlivou plodinu, a ne všechny účinné látky mají k jeteli dostatečnou selektivitu. Gawn et al. (2012) zkoušeli fytotoxicitu různých účinných látek k jeteli lučnímu a plazivému. Nejpriznivěji se v jejich experimentech jevily účinné látky *flumetsulam*, *2,4-DB* a *bentazon*, ale pouze *flumetsulam* měl také dostatečnou účinnost proti šťovíkům. Příznivě v experimentech s jetelem lučním vycházela také účinná látka *asulam* (Roetig et al. 2015). Účinná látka *asulam* byla dříve s oblibou používána k hubení šťovíku v semenných porostech jetele lučního i v České republice, avšak v roce 2012 byla platnost přípravku s touto účinnou látkou ukončena, a proto už dnes není pro ošetření dostupná. V našich pokusech jsme se u jetele lučního a šťovíku kadeřavého zaměřili na fytotoxicitu a účinnost tří účinných látek: *MCPA*, *thifensulfuron-methylu*, který je využíván u vojtěšky, a *amidosulfuronu*.

Materiál a metody

Jednalo se o nádobové pokusy prováděné ve skleníku. Průběh teplot ve skleníku v průběhu pokusu uvádí tabulka 1. Ve všech pokusech byl použit jetel luční odrůda Sues a šťovík kadeřavý, osivo ze sběrů v okolí Troubska. Osivo bylo vyseto do květináčů o rozměrech 15x15x15 cm, které byly naplněny hlinitopísčitou půdou s následujícím obsahem živin: N anorganický 22,25 mg/kg, K 267 mg/kg, Mg 353 mg/kg, P 97 mg/kg, Ca 3470 mg/kg, humus 1,17 %. Do každého květináče bylo vyseto 40 semen jetele a 20 semen šťovíků. Vzházení šťovíků bylo pomalejší než vzházení jetele a byla u nich o 20 % nižší vzházivost. V každém květináči bylo pro hodnocení ponecháno 24 rostlin jetele a 8 rostlin šťovíku. Ošetření rostlin bylo provedeno ve fázi 5. pravého listu u šťovíku a 6. pravého listu u jetele (BBCH 15 a 16). Jetel byl o jednu fázi BBCH napřed před šťovíkem. Pokusy byly uspořádány náhodně s devíti květináči pro každou variantu přípravku. Celkem bylo 5 variant: 1/ neošetřená kontrola, 2/ *thifensulfuron-methyl* (přípravek Refine 50 SX), 3/ *MCPA* (přípravek Agritox 50 SL), 4/ *MCPA* (přípravek Dicopur M 750) a 5/ *amidosulfuron* (přípravek Grodyl 75 WG). Herbicidy byly aplikovány ve třech dávkách. Pokus byl založen dvakrát po sobě. V prvním cyklu proběhla aplikace přípravků 10.1.2019 a ve druhém cyklu 15.3.2019.

Tab. 1 Průběh teplot ve skleníku ve °C

Měsíc	Ríjen 2018	Listo- pad 2018	Prosinec 2019	Leden 2019	Únor 2019	Březen 2019	Duben 2019	Květen 2019	Červen 2019
	°C								
Měsíční průměry teplot	18,6	16,8	15,9	16,9	16,4	18,8	20,5	20,6	24,0
Min.	15,5	13,8	13,4	14,8	12,3	14,4	15,6	16,2	18,3
Max.	22,1	19,8	18,5	19,7	20,5	23,4	26,0	25,2	29,7

Celkem byly zkoušeny čtyři přípravky a tři účinné látky. Přípravek Refine obsahuje 500 g/kg, tj. 50 % w/w *thifensulfuron-methylu*, tj. *methyl 3-(4-methoxy-6-methyl-1,3,5-triazin-2-ylcarbamoylsulfamoyl)thiophene-2-carboxylatu* (Bezpečnostní list: Refine 50 SX, 2014). Agritox a Dicopur M 750 obsahují stejnou účinnou látku MCPA (*kyselina 2-methyl-4-chlorfenoxycetová*). Oba přípravky se liší obsahem a formou účinné látky. Přípravek Agritox obsahuje 500 g/l MCPA ve formě NA-K-DMA solí, tj. 50 % hmotnosti. Obsahuje vodní roztok alkalických a dimethylamonných solí MCPA: MCPA DMA, soli a estery 26 % w/w, MCPA K, soli a estery 14,7 % w/w, MCPA Na, soli a estery 10 % w/w a 4-chlor-o-kresol;4-chlor-2-methylfenol 0,1 % w/w (Bezpečnostní list: AGRITOX 50 SL, 2014). Přípravek Dicopur M 750 obsahuje 750 g/l MCPA ve formě DMA soli, tj. dimethylamonná sůl MCPA 80,4 % w/w. (Bezpečnostní list: DICOPUR M 750, 2014). Přípravek Grodyl obsahuje *amidosulfuron* 750 g/kg, tj. 75 % w/w (Bezpečnostní list: Grodyl 75 WG, 2016).

U každého přípravku byly zkoušeny tři koncentrace: nízká (poloviční dávka), střední (celá dávka) a vysoká (dvojnásobná dávka). U přípravků Agritox 50 SL a přípravku Dicopur M 750 byla jako střední dávka zvolena doporučená koncentrace pro jetel (tj. u Agritoxu 1 l/ha a u Dicopuru 0,3 l/ha). Pro přípravky Grodyl 75 WG a Refine 50 SX nejsou známy dávky vhodné pro použití v jeteli lučním. U Refine 50 SX byly zkoušeny dávky 4, 8 a 16 g/ha a u Grodylu 5, 10 a 20 g/ha. Koncentraci jednotlivých přípravků a účinných látek uvádí tabulka 2.

Tab. 2 Dávky přípravků a účinných látek na hektar

Varianta		1	2	3	4	5
Přípravek		Bez ošetření	Refine 50 SX	Agritox 50 SL	Dicopur M 750	Grodyl 75 WG
Jednotky		-	g/ha	l/ha	l/ha	g/ha
Dávka přípravku	standard	-	8	1	0,3	10
	snížená	-	4	0,5	0,15	5
	zvýšená	-	16	2	0,6	20
Účinná látka		-	<i>thifensulfuron- methyl</i>	MCPA	MCPA	<i>amidosulfuron</i>
Jednotky		-	g/ha	g/ha	g/ha	g/ha
Dávka účinné látky	standard	-	4	500	225	7,5
	snížená	-	2	250	112,5	3,75
	zvýšená	-	8	1000	450	15

Pro vyhodnocení účinnosti a fytotoxicity bylo prováděno vizuální hodnocení v pěti termínech. Hodnocení probíhalo po 5, 11, 18, 32 a 64 dnech od postřiku. Fytotoxicita byla u obou druhů hodnocena v % poškození rostlin. Ke každému hodnocení byl připojen

podrobný popis příznaků fytotoxicity. Poškození rostlin bylo srovnáváno s neošetřenou kontrolou. Po skončení pokusu byla u jetele i u šťovíku změřena výška rostlin u jednotlivých variant a také sklizena a zvážena nadzemní hmota. Odumřelé/hnědé/suché rostliny příp. části rostlin nebyly měřeny a jejich výška a hmotnost byla zaznamenána jako nulová. Celková hmotnost byla hodnocena jako součet hmotností všech rostlin v květináči. Výsledky jsou průměrem z obou časových opakování.

Výsledky byly vyhodnoceny v programu Statistica 12 metodou analýzy rozptylu s následným testováním Tukeyovým testem na hladině α 0,05.

Výsledky a diskuse

Byly zjištěny rozdíly ve fytotoxicitě jednotlivých účinných látek na jetel a na šťovíky. Celkově byla u všech sledovaných látek vyšší fytotoxicita ke šťovíkům než k jeteli. Nejvyšší fytotoxicita k jeteli byla zjištěna u účinné látky *thifensulfuron-methyl*. V průběhu hodnocení docházelo k prohlubování projevů fytotoxicity. Po pěti dnech byla průměrná fytotoxicita u všech koncentrací podobná a dosahovala 2 až 3 %. Nebyl zde průkazný rozdíl oproti kontrole. Po 64 dnech byla fytotoxicita u nejnižší koncentrace 43 % a u nejvyšší 75 % a rozdíly byly ve srovnání s neošetřenou kontrolou průkazné. Také mezi koncentracemi přípravku byl průkazný rozdíl. Výsledky fytotoxicity jsou uvedeny v tabulce 3. Hlavními příznaky fytotoxicity byly chlorózy, deformace (kroucení a zakrsnutí listů) a omezení růstu.

K postupnému zvyšování fytotoxicity docházelo také u účinné látky *amidosulfuron*, kde byla po 5 dnech vyšší fytotoxicita než u *thifensulfuron-methylu*. Průměrná fytotoxicita se pohybovala od 4 % u nejnižší koncentrace do 6 % u nejvyšší koncentrace. Rozdíly byly průkazné ve srovnání s kontrolou. Po 64 dnech byla průměrná fytotoxicita u nejnižší koncentrace 22 % a u nejvyšší 48 %. Rozdíly byly průkazné ve srovnání s neošetřenou kontrolou a také byly průkazné rozdíly mezi koncentracemi. Hlavními příznaky fytotoxicity byly chlorózy, červenání listů, mírné deformace (kroucení stonků a listů) a nekrózy.

Nejnižší fytotoxicita k jeteli byla zjištěna u účinné látky *MCPA*. Po pěti dnech byla fytotoxicita u nejnižší koncentrace 3 % a u nejvyšší koncentrace 9 %. U nejvyšší koncentrace byl průkazný rozdíl ve srovnání s neošetřenou kontrolou. Na rozdíl od *thifensulfuron-methylu* a *amidosulfuronu* zde nedocházelo ke zvyšování fytotoxicity a po 64 dnech byla průměrná fytotoxicita u nejnižší koncentrace 1 % a u nejvyšší koncentrace 10 %. Nebyl zde průkazný rozdíl s neošetřenou kontrolou. Hlavními příznaky fytotoxicity byly chlorózy, červenání listů, deformace (kroucení listů) a nekrózy. V intenzitě růstu naopak rostliny ošetřené touto látkou předčily neošetřenou kontrolu, kde byla poměrně vysoká konkurence šťovíků. Fytotoxicita k jeteli včetně statistických rozdílů je uvedena v tabulce 3.

MCPA patří mezi fenoxykyseliny, podobně jako 2,4-D tj. 2,4-dichlorfenoxycetová kyselina. V zahraničí se z této skupiny využívá také 2,4-DB tj. 4-(2,4-dichlorfenoxy)butanová kyselina u níž je 2,4-D aktivním metabolitem. Selektivitou *MCPA* a 2,4-DB k jeteli se zabývali Ceballos et al. (2005), kteří sledovali vliv těchto látek na poškození nadzemních a podzemních částí rostlin. Podobně jako v našich experimentech tyto látky způsobovaly určité poškození stonků a listů, ale nedocházelo zde k vážnému poškození rostlin. Větší poškození pak stejně jako v našich experimentech bylo zaznamenáno u dvojnásobné dávky těchto látek. Tolerancí jetele plazivého k 2,4-D v různých růstových fázích se zabývali Adami et al. (2017). Selektivita 2,4-D k jeteli se snižovala se zvyšující se dávkou, ale rostliny se byly schopny s fytotoxicitou do značné míry vyrovnat. V průběhu pokusu se fytotoxicita postupně snižovala. Fytotoxicitou *MCPA* a 2,4-D k jednoletým jetelům se zabývali Sandral a Dear (2005). Z těchto dvou látek způsobovala menší poškození 2,4-D. *MCPA* měla v jejich pokusech poměrně vysokou fytotoxicitu. Vyšší fytotoxicitu *MCPA* k jeteli v různých dávkách oproti kontrole zaznamenali také Lusk et al. (2011), kteří studovali vliv *MCPA* a *thifensulfuron-methylu* na růst jetele plazivého v pastvinách. *MCPA* i *thifensulfuron-methyl*

způsobovaly úbytek jetele oproti neošetřené kontrole. Poškození se zde také zvyšovalo se zvyšující se dávkou. Poškození jetele lučního MCPA a 2,4-D popsal Ivany et al. (2000). MCPA způsobovala podobně jako v našich pokusech chlorózy, ale také omezení růstu, které se v našich pokusech neprojevilo. MCPA u jetele lučního způsobovala výrazně menší poškození než 2,4-D. Po šesti týdnech u ní bylo průměrné poškození rostlin jetele 7 %, což odpovídá výsledkům v našich pokusech.

Tab. 3 Fytotoxicita k jeteli

Varianta	Přípravek (účinná látka)	Dávka pří- pravku v l(g)/ ha	Hodnocení fytotoxicity k jeteli v % (dny po aplikaci)				
			5. den	11. den	18. den	32. den	64. den
1	Kontrola	-	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a
2	Refine (thifensulfuron- methyl)	4	2 ab	11 cde	19 de	22 def	43 c
		8	2 ab	12 cdef	31 f	30 fg	53 c
		16	3 abc	13 def	38 f	38 g	75 d
3	Agritox (MCPA 500 g/l)	0,5	2 ab	6 abc	12 bcd	14 bcd	7 a
		1	3 abc	10 bcd	15 de	15 bcde	8 a
		2	9 e	11 cde	15 de	18 cde	10 ab
4	Dicopur M (MCPA 750 g/l)	0,15	3 abc	3 a	4 ab	5 ab	1 a
		0,3	3 abc	3 a	7 abc	7 ab	2 a
		0,6	8 de	4 ab	13 cde	8 abc	3 a
5	Gro-dyl (amidosulfuron)	5	4 bcd	13 def	18 de	23 def	22 b
		10	6 cde	17 ef	18 de	25 ef	43 c
		20	6 cde	18 f	20 de	30 fg	48 c

*písmenné indexy znázorňují statisticky průkazné rozdíly

U šťovíků byly zaznamenány podobné příznaky fytotoxicity jako u jetele, ale u všech účinných látek byla fytotoxicita (účinnost) mnohem vyšší než u jetele. Po pěti dnech byla nejnižší účinnost zaznamenána u *thifensulfuron-methylu*, kde byla průměrná účinnost od 1 do 7 %. Střední účinnosti dosahoval *amidosulfuron* (od 12 do 18 %) a nejvyšší účinnost byla u MCPA, kde se účinnost pohybovala od 28 do 48 %. Po 64 dnech byla u všech účinných látek průkazně vyšší účinnost oproti kontrole, nejnižší účinnost byla u *amidosulfuronu*, kde se pohybovala od 51 do 78 %. U *thifensulfuron-methylu* se pohybovala od 59 do 83 a u MCPA od 69 do 97 %. Se zvyšující se koncentrací se účinnost všech účinných látek zvyšovala. Účinnosti včetně statistických rozdílů jsou uvedeny v tabulce 4.

Iqbal et al. 2019 se zabývali hubením šťovíku kadeřavého v porostech pšenice pomocí přípravků s obsahem MCPA, všechny přípravky s touto účinnou látkou způsobovaly u rostlin šťovíků významné poškození a až 90% odumírání rostlin šťovíků. Podobná účinnost byla u MCPA zaznamenána i v našich pokusech. Khan et al. (1999) se také zabýval hubením širokolistých plevelů v pšenici, zkoušel různé přípravky a nejúčinnější se ukázal být přípravek s kombinací účinných látek *bromoxynil* a MCPA. Kombinace *bromoxynilu* a MCPA se osvědčila také proti šťovíku zubatému (Nasser-ud-Din et al. 2011), kde došlo ke snížení pokryvnosti šťovíků o 90 %. Vliv přípravku s obsahem MCPA na vzházející rostliny šťovíku tupolistého a *amidosulfuronu* a *thifensulfuron-methylu* na dvouleté rostliny šťovíku tupolistého sledovali O'Donovan et al. (2015). Při aplikaci na vzházející rostliny snižovala MCPA výskyt šťovíků o 66 %. Dávka MCPA na hektar však byla nižší než v našich pokusech. Účinnost *amidosulfuronu* a *thifensulfuron-methylu* na dvouleté rostliny byla nízká. Podobně

jako v našich pokusech byla účinnost nižší u *amidosulfuronu*, kde byla jen 20 % a vyšší u *thifensulfuron-methylu*, kde byla účinnost 40 %.

Tab. 4 Účinnost na šťovíky

Varianta	Přípravek (účinná látka)	Dávka přípravku v l(g)/ ha	Hodnocení fytotoxicity (účinnosti) ke šťovíkům v % (dny po aplikaci)				
			5. den	11. den	18. den	32. den	64. den
1	Kontrola	-	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a
2	Refine (<i>thifensulfuron-methyl</i>)	4	1 a	14 b	49 bc	55 b	59 bc
		8	1 a	18 b	51 bc	64 bc	81 cde
		16	7 ab	19 b	56 c	64 bc	83 cde
3	Agritox (<i>MCPA</i> 500 g/l)	0,5	28 d	41 cd	41 b	62 bc	69 bcd
		1	35 d	63 e	71 d	90 d	89 de
		2	43 e	63 e	76 d	91 d	97 e
4	Dicopur M (<i>MCPA</i> 750 g/l)	0,15	35 d	44 d	43 b	52 b	75 bcde
		0,3	46 e	57 e	69 d	85 cd	94 de
		0,6	48 e	62 e	73 d	83 cd	93 de
5	Grodyl (<i>amidosulfuron</i>)	5	12 bc	31 c	43 bc	63 bc	51 b
		10	17 c	36 cd	50 bc	73 bcd	70 bcd
		20	18 c	36 cd	50 bc	73 bcd	78 cde

Na konci pokusu byla vyhodnocena také výška a produkce nadzemní hmoty jak u jetele, tak u šťovíku. U jetele byly ve výšce i produkci nadzemní hmoty menší rozdíly než u šťovíků. Na kontrole došlo vlivem intenzivního růstu rostlin šťovíků k omezení růstu rostlin jetele. Průměrná výška rostlin jetele u kontroly dosahovala 109 mm, naopak rostliny šťovíku na kontrole dosahovaly průměrné výšky 236 mm. Průměrná hmotnost nadzemní hmoty u jetele byla na kontrole 12,05 g a u šťovíků pak 35,02 g. Byl zde průkazný rozdíl ve výšce i v produkci nadzemní hmoty mezi jetelem a šťovíky. Šťovíky měly i přes nižší počet rostlin celkově vyšší produkci zelené hmoty na květináč než jetel. Nejnížší výška jetele byla zjištěna u nejvyšší koncentrace *thifensulfuron-methylu*, kde byla průměrná výška rostlin pouze 60 mm. Rozdíl oproti kontrole nebyl statisticky průkazný. Nejvyšší výška jetele pak byla zaznamenána u variant ošetřených *MCPA*, kde se výška rostlin jetele dosahovala až 185 mm.

Ošetření jednotlivými účinnými látkami mělo u jetele větší vliv na produkci nadzemní hmoty než na výšku rostlin. U variant ošetřených *MCPA* nebyly zjištěny průkazné rozdíly v produkci nadzemní hmoty ve srovnání s kontrolou. U všech variant ošetřených *MCPA* byla vyšší produkce nadzemní hmoty než u neošetřené kontroly. Nejnížší hmotnost byla u variant s *MCPA* zjištěna u nejvyšší dávky *MCPA*. U *thifensulfuron-methylu* i *amidosulfuronu* došlo k průkaznému snížení produkce nadzemní hmoty ve srovnání s kontrolou, a to u střední a vyšší aplikační dávky. Nejnížší produkce nadzemní hmoty byla u nejvyšší koncentrace *thifensulfuron-methylu*.

U šťovíků byly zjištěny průkazné rozdíly jak ve výšce, tak v produkci nadzemní hmoty. Největší výška rostlin a produkce nadzemní hmoty u šťovíků byla zjištěna u neošetřené kontroly. Na všech ošetřených variantách došlo ke snížení výšky i produkce nadzemní hmoty. Průkazné rozdíly ve výšce byly zjištěny u středních a vyšších dávek *MCPA* u obou použitých přípravků. K průkaznému snížení produkce nadzemní hmoty pak došlo u všech variant ošetření ve střední a vyšší dávce. Výsledky včetně statistických rozdílů uvádí tabulka 5.

Vliv MCPA na výšku a hmotnost nadzemní hmoty sledovali u jetele lučního Ceballos et al. (2005). Podobně jako v našich pokusech rostliny ošetřené MCPA nevykazovaly průkazné rozdíly ve výšce. Ve výšce zde docházelo k mírnému zvýšení oproti neošetřené kontrole, ale zároveň docházelo ke snížení produkce nadzemní hmoty ve srovnání s neošetřenou kontrolou. Vyšší produkce nadzemní hmoty byla u neošetřené kontroly pravděpodobně způsobena tím, že rostliny jetele byly pěstovány samostatně a nebyly vystaveny konkurenci šťovíků tak jako v našich pokusech. Zvýšení produkce nadzemní hmoty u jetele lučního po aplikaci MCPA stejně jako v našich pokusech zaznamenali Ivany et al. (2000), při studiu ošetření podsevů jetele v ječmeni. U šťovíků se vlivem ošetření na produkci nadzemní hmoty zabývali Naser-ud-Din et al. (2011). MCPA v kombinaci s *bromoxynilem* v jejich pokusech způsobovala významné snížení produkce nadzemní hmoty u šťovíku zubatého.

Tab. 5 Srovnání výšky a produkce zelené hmoty

Varianta	Přípravek (účinná látka)	Dávka přípravku v l(g)/ ha	Výška rostlin v mm		Hmotnost zelené hmoty v g	
			Jetel	Šťovík	Jetel	Šťovík
1	Kontrola	-	109 abc	236 c	12,05 de	35,02 b
2	Refine (<i>thifensulfuron-methyl</i>)	4	103 ab	217 bc	8,98 bcd	18,95 ab
		8	105 ab	195 abc	6,35 abc	8,38 a
		16	60 a	203 abc	3,83 a	2,30 a
3	Agritox (MCPA 500 g/l)	0,5	158 cd	222 abc	12,73 de	17,23 ab
		1	120 bc	128 a	12,81 de	1,09 a
		2	127 bc	52 a	12,09 de	0,84 a
4	Dicopur M (MCPA 750 g/l)	0,15	158 cd	210 abc	14,63 e	21,77 ab
		0,3	185 d	63 a	13,85 de	2,53 a
		0,6	159 cd	165 ab	15,22 e	2,51 a
5	Grodyl (<i>amidosulfuron</i>)	5	155 bcd	186 abc	9,86 cde	16,34 ab
		10	115 bc	153 abc	7,00 abc	5,15 a
		20	110 abc	183 abc	5,65 ab	9,06 a

Závěr

Byly zjištěny rozdíly v působení tří účinných látek na jetel luční a šťovík kadeřavý. Příznaky fytoxicity byly u obou druhů podobné a zahrnovaly chlorózy, deformace listů a stonků, nekrózy a u *thifensulfuron-methylu* a *amidosulfuronu* také omezení růstu. Nejvyšší fytoxicita k jeteli byla zjištěna u *thifensulfuron-methylu* a nejnižší u MCPA. Účinnost na šťovíky byla nejvyšší u MCPA a nejnižší u *amidosulfuronu*. Účinná látka MCPA měla ze zkoumaných látek nejlepší selektivitu a také největší účinnost. Oba přípravky s účinnou látkou MCPA, jsou u nás registrovány k použití v jeteli v dávkách 1 l/ha u Agritoxu a 0,3 l/ha u Dicopuru M 750. Ve všech zkoušených dávkách měly přípravky dobrou selektivitu, a dokonce i při aplikaci dvojnásobné dávky přípravku (oproti doporučené dávce) dosahovala fytoxicita k jeteli maximálně 25 %. V doporučených dávkách měly oba přípravky dobrou až velmi dobrou účinnost na mladé rostliny šťovíků. Optimální je proto ošetřovat porosty jetele proti šťovíkům už v roce založení na jaře nebo na podzim. Přípravek Refine 50 SX je registrován do semenných porostů vojtěšky. Vzhledem k vysoké fytoxicitě jej v jeteli nelze použít k plošné aplikaci. Perspektivní se však jeví jeho využití cílenému bodovému ošetření rostlin šťovíků, kdy při náhodném zásahu rostlin jetele nezpůsobí totální poškození a celkový úhyn rostlin.

Literatura

1. ADAMI M. F. F., MODOLO A. J., ADAMI P. F., DE MORAES P. V. D., PITTA CH. S. R., ROSSI P., BATISTA V. V. (2017): White clover tolerance to herbicides applied at different rates and phenological stages. *Afr. J. Agri. Res.* 12 (28): 2336-2341
2. ANDERSON N.P., HULTING A.G. (2013): Survey of weed seed contaminants in Western Oregon clover production. In Anderson N. et al. (eds.) 2013 Seed Production Combined Final Report. Oregon state university Ext/CrS 150: 12-13
3. CEBALLOS R., PALMA G., BREVIS H., ORTEGA F., QUIROS A. (2005): Effect of five postemergence herbicides on red clover shoot and root growth in greenhouse studies. *Phytoprotection* 85: 153-160
4. ČSÚ (2019): Statistická ročenka české republiky, Český statistický úřad, ISBN 978-80-250-2955-8
5. DIMITROVA T., MARINOV-SERAFIMOV P. (2008): Chemical control of curled dock (*Rumex crispus* L.) and other weeds in noncropped areas. *Pestic. Phytomed. (Belgrade)* 23: 123-126
6. GAWN T. L., HARRINGTON K. C., MATTHEW C. (2012): Weed control in establishing mixed swards of clover, plantain and chicory. *New Zealand Plant Protection* 65: 59-63
7. CHHOKAR R. S., SHARMA R. S., PUNDIR A. K., SINGH R. K. (2007): Evaluation of herbicides for control of *Rumex dentatus*, *Convolvulus arvensis* and *Malva parviflora*. *Indian J. Weed Sci.* 39 (3, 4): 214-218
8. IQBAL M. F., SHAD G. M., FENG Y. L., WANG S., LU X. R., IQBAL Z., TARIQ M. (2019): Efficacy of postemergence herbicides for controlling curled dock (*Rumex Crispus* L.) in wheat crops. *Applied ecology and environmental research* 17 (6): 12753-12767
9. IVANY J. A., HOLMSTROM D., KUNELIUS H. T. (2000): Effect of herbicides on two species of clover underseeded into barely. *Canadian J. Plant Sci.*: 973-976
10. KHAN M. A., ZAHOR M., AHMAD I., HASSAN G, BALOCH M. S. (1999): Efficacy of different herbicides for controlling broad leaf weeds in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Pak. J. Biol. Sci.* 2 (3): 732-734
11. LUSK C.S., BOURDÔT G.W., HARRINGTON K.C., G.A. HURREL (2011): Pasture tolerance and efficacy of three herbicides used against giant buttercup (*Ranunculus acris* subsp. *acris* L.). *New Zealand Plant Protection* 64: 86-92
12. NASEER-UD-DIN G. M., SHEHZAD M. A. (2011): Efficacy of various pre and post-emergence herbicides to control weeds in wheat. *Pak. J. Agri. Sci.* 48 (3): 185-190
13. O'DONOVAN T., CASEY I. A., HUMPHREYS J. (2015): Controlling docks (*Rumex obtusifolius* L.) using herbicides applied to seedling or established grassland. *Grassland Science in Europe*, vol. 20: 280-282
14. ROERIG K. C., ANDERSON N. P., HULTING A. G., CURTIS D. W., MALLORY-SMITH C. A. (2015): Evaluation of asulam and 2,4-DB crop safety and dock control in red clover grown for seed. *Seed Production Research at Oregon State University*, CrS 152: 1-2
15. SANDRAL G., DEAR B. (2005): Weed control options in annual pasture legumes. Report for the Rural Industries Research and Development Corporation. ISBN 741511658. 22 s.

Poděkování

Dedikace: Výsledek vznikl za podpory Ministerstva zemědělství, institucionální podpora MZE-RO1720

Kontaktní adresa

Ing. Kubíková Zuzana, PhD., Výzkumný ústav pícninářský spol. s r. o., Zahradní 1, Troubsko 66441,
kubikova@vupt.cz

VPLYV RÔZNEJ INTENZITY KOSBY NA TRÁVNÝ PORAST V TEPLÝCH A SUCHÝCH PODMIENKACH

INFLUENCE OF DIFFERENT INTENSITY OF MOWING ON GRASS IN WARM AND DRY CONDITIONS

Miriama LUKÁCS - Ľuboš VOZÁR - Peter KOVÁR - Peter HRIC - Petra VEREŠOVÁ

SPU Nitra, Katedra rastlinnej výroby a trávnych ekosystémov

Abstract

The aim of this work was to determine the influence of different intensity of mowing on the diversity of grassland. The monitored grassland was divided into 4 variants and fertilized with the same amount of nutrients N (60 kg.ha⁻¹), P (40 kg.ha⁻¹), K (80 kg.ha⁻¹). The experiment was carried out in the village of Žirany, which is characterized by a dry climate with an average annual temperature of 9 ° C. The monitored periods were 2017 and 2018. The grasslands were mowed depending on the variant 1x, 2x or 3x per year. The control variant was not fertilized or used. We evaluated the floristic composition of the stand before each mowing.

In the evaluated grassland after two years of observation we found that the floristic composition was affected by the number of mowing. The proportion of grasses increased in all monitored variants. In particular, *Lolium perenne* L. dominated. The highest differences were found in variant 2, which were cut three times a year. In variant 3, the proportion of blank places was also significantly reduced.

After two years, the Diversity Index decreased. They had a higher average value of diversity in variants that were cut several times a year.

Keywords: grasslands, botanical composition, different mowing intensity, Shannon diversity index

Súhrn

Cieľom práce bolo zistiť vplyv rôznej intenzity kosenia na rozmanitosť trávnatých porastov. Sledovaný porast bol rozdelený do 4 variantov a hnojený rovnakou dávkou živín N (60 kg.ha⁻¹), P (40 kg.ha⁻¹), K (80 kg.ha⁻¹). Pokus bol realizovaný v obci Žirany, ktorá sa vyznačuje suchým podnebím s priemernými ročnými teplotami 9 ° C. Sledované obdobie boli roky 2017 a 2018. Trávne porasty boli kosené v závislosti od variantu 1x, 2x alebo 3x za rok. Kontrolný variant nebol hnojený ani využívaný. Floristické zloženie porastu sme hodnotili pred každou kosbou.

V hodnotenom trávnom poraste sme po dvoch rokoch sledovania zistilo, že floristické zloženie bolo počtom kosieb ovplyvnené. Vo všetkých sledovaných variantoch sa zvýšil podiel tráv. Dominoval najmä *Lolium perenne* L. Podiel d'atelinovín sa naopak znížil. Najvyššie rozdiely sme zistili vo variante 2, ktorý bol kosený 3x za rok. V rámci variantu 3 sa významne znížilo aj zastúpenie prázdnych miest.

Po dvoch rokoch sa hodnoty indexu diverzity znížili. Vyššiu priemernú hodnotu diverzity mali varianty, ktoré boli kosené viackrát za rok.

Kľúčové slová: trávne porasty, floristické zloženie, rôzna intenzita kosby, Shannonov index diverzity

Úvod

V Slovenskej republike bolo zaznamenaných viac ako 11 323 druhov rastlín. Rastlinné spoločenstvá predstavujú pestrú paletu od teplomilných a suchých po mokré a od nížinných po vysokohorské (Kapusta, 2005). Ekologické charakteristiky a celková floristická

rozmanitosť závisia od klimatickej nadmorskej výšky a súvisiaceho stavu biotopu. Charakter flóry spolu s ďalšími morfológickými znakmi odrážajú existujúce ekologické a biotopové podmienky. Bohatá kvetinová rozmanitosť znamená priaznivé podmienky pre pestovanie. Zoznam druhov bol vždy predpokladom každého ekologického a rastlinného manažmentu zdrojov (Hussain et al., 2015). Rastliny majú kľúčovú úlohu v ekosystémovej vyrovnanosti, a preto sú nevyhnutné pre udržateľnosť životného prostredia. Okrem tejto ekologickej hodnoty predstavujú rastliny pre človeka ekonomickú a kultúrnu hodnotu, pretože nám dávajú jedlo, krmivo pre zvieratá, vláknu a napríklad aj farmaceutické výrobky (Martins a Oliveira, 2016). Dôležitým faktorom zodpovedným za zmeny v rastlinných spoločenstvách sú zmeny vo využívaní pôdy a zlepšovaní poľnohospodárskych systémov, ktoré majú výrazný vplyv na vegetáciu (Kački a Hegedúšová, 2019). Asi najohrozenejšou rastlinnou komunitou sú trávne porasty a poľnohospodárska vegetácia. V Európe je tento ekosystém spojený s poľnohospodárstvom od obdobia neolitu a je vystavený intenzívnym poľnohospodárskym postupom (Burrichter a kol. 1993; Isselstein a kol. 2005). Medzi najrozmanitejšie ekosystémy v Európe patria poloprárodné trávne porasty. Môžu hostiť až 80 druhov rastlín na meter štvorcový (Habel a kol., 2013; Vickery a kol., 2001; WallisdeVries a Van Swaay, 2009). Poloprárodné trávne porasty sú udržiavané ľudským manažmentom, najmä kosením a pasením (Európska agentúra pre životné prostredie, 2015). Výskum je potrebný na vyhodnotenie vplyvu kosenia na biodiverzitu a na preskúmanie účinkov na jednotlivé druhy. To by manažérom umožnilo kontrolovať biomasu kosením a určovaním invázy druhov, ktoré si vyžadujú dodatočnú kontrolu, alebo pôvodných druhov, ktoré si vyžadujú osobitnú ochranu (Smith et al., 2018). Cieľom práce bolo zistiť vplyv rôznej intenzity kosenia na diverzitu trávnych porastov.

Materiál a metodika

Pokus s rôznou intenzitou využívania bol založený v katastrálnom území obce Žirany v nadmorskej výške 210 m n. m.. Sledovania prebiehali v rokoch 2017 a 2018.

V lokalite prevláda pôdny typ fluvisol so slabou kyslou až kyslou pôdnou reakciou. Chemické zloženie pôdy na pokusných pozemkoch je uvedené v tabuľke 1.

Tab. 1 Agrochemické zloženie pôdy pred začiatkom experimentu (rok 2017)

N	P	K	Ca	Na	Mg	C _{ox}	pH
mg.kg ⁻¹						%	
2457,84	27,73	192,49	1186,32	55,56	88,53	2,69	5,78

Z agroklimatického hľadiska sa oblasť nachádza v miernom pásme na kontinentálnej a atlanticko-kontinentálnej hranici. Priemerná dlhodobá ročná teplota je 9 °C a priemerný ročný úhrn zrážok je 600 mm (Program hospodárskeho a sociálneho rozvoja, 2014). Pred založením pokusu boli trvalé trávne porasty využívané sporadickým pasením oviec. Z floristického hľadiska prevládali trávny a najviac sa vyskytujúcim druhom bol *Lolium perenne* L. Experiment bol založený do blokov v štyroch opakovaníach. Pokusná plocha (2 x 3 m) bola ohradená a každý variant bol ohraničený kolíkmi.

V experimente sme sledovali nasledujúce varianty:

Variant 1 – kontrolný variant, ktorý nebol hnojený, kosený, bol opustený, odber vzoriek na zisťovanie produkcie sa uskutočnil v čase dozrievania semien z 1 m².

Varianty 2, 3, 4

Hnojenie

N (60 kg.ha⁻¹) – celá dávka v čase zazelenania vegetácie, P (40 kg.ha⁻¹) – celá dávka v čase zazelenania vegetácie na jar, K (80 kg.ha⁻¹) – celá dávka v čase zazelenania vegetácie na jar.

Kosenie

Variant 2 – kosené 3x (1. kosba v senokosnej zrelosti, 2. kosba po 60-ich dňoch od prvej, 3. kosba po 60-ich dňoch od druhej kosby).

Variant 3 – kosený 2x (1. kosba v senokosnej zrelosti, 2. kosba po 90-ich dňoch od prvej).

Variant 4 – kosená 1x (1. kosenie v čase dozrievania semien).

Charakteristika použitých hnojív

N – LAD 27 dusíkaté hnojivo obsahujúce 27 % dusíka a 4,1 % celkového MgO, približne 7 % celkového CaO a 2 % CaO vo vode rozpustné v granulovanej forme.

P – superfosfát 19% P₂O₅ v granulovanej forme.

K – 50 % síran draselný v granulovanej forme.

Floristické hodnotenie každého variantu sa uskutočnilo metódou redukovanej projektívnej dominancie podľa Regala (Regal, 1956).

Podľa Shannonovho indexu sme vypočítali diverzitu a vyrovnanosť trávnych porastov (Begon et al., 1997).

Shannonov index diverzity:

$$H = - \sum_{i=1}^S P_i \ln P_i$$

H – index diverzity

S – celkový počet druhov v snímku

P_i – podiel i-teho druhu v snímku

Shannonov index vyrovnanosti:

$$J = \frac{- \sum_{i=1}^S P_i \ln P_i}{\ln S}$$

J – index vyrovnanosti

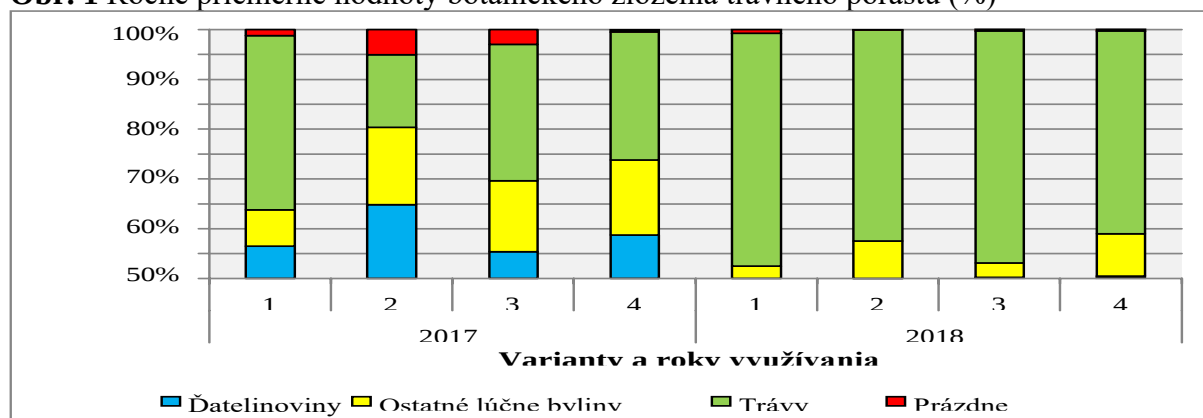
S – celkový počet druhov v snímku

P_i – podiel i-teho druhu v snímku

Výsledky a diskusia

Ukazovateľom štruktúry trávnych porastov je tzv. druhová diverzita. Túto druhovú diverzitu možno veľmi ľahko vyjadriť počtom druhov, ktoré spoločenstvo vytvára (Klimeš, 2004). Presnejšie povedané, diverzitu môžeme vyjadriť k niektorému indexu druhovej diverzity, ktorý môže na jednom čísle uviesť počet druhov v komunite a ich priemerné zastúpenie (Klimeš, 2004). Podľa Kasprzaka (1996), čím rozmanitejší ekosystém je, tým stabilnejší je. Pravidelné kosenie môže zachovať biodiverzitu trávnych porastov (Collins et al., 1998; Prober, Thiele, & Lunt, 2007) a je neoddeliteľnou súčasťou riadenia seminaturálnych trávnych porastov v Európe už tisíce rokov (Hansson a Fogelfors, 2000). Priemerné ročné hodnoty botanického zloženia sledovaných trávnych porastov vidíme na obrázku 1.

Obr. 1 Ročné priemerné hodnoty botanického zloženia trávneho porastu (%)



Pôvodný porast, kontrolný, nehnojený, nekosený podliehal prirodzeným prírodným zmenám. Najvyšší podiel všetkých pozorovaných botanických druhov dosiahli trávy. Vo všetkých sledovaných variantoch sa podiel tráv ročne zvýšil, čo bolo ovplyvnené rôznou intenzitou využívania a hnojenia. Najvyšší rozdiel sme zistili vo variante 2, ktorý bol kosený 3x, pričom priemerný podiel tráv sa zvýšil z 29,7% (2017) na 84,7% (2018). Naopak, najnižší rozdiel bol v pôvodnom variante 1, kde sa priemerná ročná hodnota zvýšila zo 70 % (2017) na 93,5 % (2018). Medzi trávami dominoval najmä *Lolium perenne* L., ktorý mal v roku 2017 najvyšší podiel medzi trávami vo variante 3 v 2. kosení (32,5 %). Po 2. kosení dosiahla v roku 2018 hodnotu iba 4 %. Ďalšou dominantnou trávou bola *Poa pratensis* L., ktorá v roku 2017 dosiahla vo variante 1 až 30 %. V roku 2018 sa jej podiel znížil na 6 %.

Na obrázku 1 je možné vidieť, ako sa podiel d'atelinovín v roku 2018 znížil v porovnaní s rokom 2017. V priemere sme zistili najvyšší rozdiel vo variante 2, kde sa podiel d'atelinovín znížil z 30,2 % (2017) iba na stopové množstvo (2018). Najnižší pokles bol vo variante 3, kde sa ich priemerný podiel znížil z 10,8 % (2017) na 0,5 % (2018). *Trifolium repens* L. vo variante 2 pri 2. kosbe (31,0 %, 2017) mal najvyšší podiel z jednotlivých druhov a v roku 2018 mal hodnotu stopového množstva. Ďalšou d'atelinovinou, ktorá mala vyšší podiel, bol *Lotus corniculatus* L. vo variante 3 po 1. kosbe (2,0 %) a v roku 2018 mal rovnako iba stopové množstvo.

Ostatné lúčne byliny v porovnaní s d'atelinovinami mali v sledovaných variantoch vyšší podiel. Najvyšší rozdiel medzi ročným priemerom bol vo variante 3, kde priemerná hodnota sledovaných bylín klesla z 28,5 % (2017) na 5,8 % (2018). Najnižší pokles bol v kontrolnom variante 1, kde sa priemerný podiel znížil zo 14,5 % (2017) na 5,0 % (2018). Najvyšší podiel spomedzi ostatných lúčnych bylín dosiahol *Achillea millefolium* L. v roku 2017 pri variante 2 po 3. kosbe (38,0 %) a v roku 2018 sa jeho podiel znížil na 12,5 %. Druhou najviac sa vyskytujúcou bylinou bola *Cerasium arvense* L., ktorá mala v roku 2017 najvyšší podiel vo variante 2 po 1. kosbe (10,0 %) a v roku 2018 dosiahla podiel iba 2,0 %. Významné zmeny boli zaznamenané pri hodnotení prázdnych miest vo všetkých variantoch. Najväčšie zmeny boli vo variante 2, kde sa zastúpenie znížilo z priemerných 10,3 % (2017) na stopové zastúpenie (2018).

Ekológia ponúka rôzne spôsoby kvantifikácie druhovej diverzity systému (Gliessman, 2015). Ak je opis komunity rastlín založený iba na počte ostatných druhov, zanedbáva dôležitý aspekt jeho numerickej štruktúry. Charakteristickou črtou, ktorá berie do úvahy množstvo biomasy (časti) a druhov, je Shannonov index diverzity a vyrovnanosti. Výsledky nášho experimentu sú uvedené v tabuľkách 2 a 3. Na začiatku sledovania (2017) sa index diverzity pohyboval v rozmedzí od 1,87 do 2,19. Najnižšia hodnota (1,87) bola zistená pri variante 1, ktorý sa nevyužíval. Naopak najvyššiu priemernú hodnotu diverzity mal variant 4 (2,19), v ktorom sa v priebehu roka uskutočnilo iba jedno kosenie. V roku 2018 sa hodnoty

indexu diverzity v prvej kosbe v jednotlivých variantoch znížili v porovnaní s hodnotami z roku 2017. Varianty, ktoré boli kosené viackrát, mali vyššiu priemernú hodnotu diverzity ako varianty kosené len 1x. Podľa Buckland a kol. (2005) monitor biodiverzity by nemal byť túžbou zachovať súčasné alebo minulé relatívne množstvo druhov, skôr by to mal byť nástroj, ktorý umožňuje subjektom s rozhodovacou právomocou zachovať biodiverzitu (alebo aspoň spomaliť jej stratu), pričom uznáva, že niektoré druhy klesnú, niektoré sa rozšíria a iné druhy budú cyklovať.

Tab. 2 Shannonov index diverzity

Rok	Kosba	Varianty			
		1	2	3	4
2017	1	1,87	1,94	2,01	2,19
	2	-	1,48	1,42	-
	3	-	1,44	-	-
Priemerná hodnota		1,87	1,62	1,715	2,19
2018	1	1,60	1,71	1,64	1,56
	2	-	1,63	1,63	-
	3	-	1,65	-	-
Priemerná hodnota		1,6	1,66	1,635	1,56

Varianty boli po prvej kosbe v roku 2018 menej vyrovnané ako v roku 2017. Index vyrovnanosti vykazoval podobný vývoj pozorovaných faktorov ako index diverzity. Hodnoty indexu vyrovnanosti (J) v roku 2017 sa pohybovali od 0,58 do 0,77. Najnižšia hodnota (0,58) bola vo variante 2 (3. kosba, 2017). Najvyššiu priemernú hodnotu indexu vyrovnanosti dosiahol variant 4 (0,77), ktorý bol kosený 1x. V porovnaní rokov 2017 a 2018 sme zistili rovnakú situáciu ako v indexe diverzity. Varianty, ktoré boli viackrát kosené za rok, mali vyšší index vyrovnanosti.

Tab. 3 Shannonov index vyrovnanosti

Rok	Kosba	Varianty			
		1	2	3	4
2017	1	0,75	0,74	0,76	0,77
	2	-	0,59	0,62	-
	3	-	0,58	-	-
Priemerná hodnota		0,75	0,64	0,69	0,77
2018	1	0,64	0,63	0,59	0,58
	2	-	0,74	0,71	-
	3	-	0,69	-	-
Priemerná hodnota		0,64	0,69	0,65	0,58

Záver

V hodnotenom trávnom poraste sme po dvoch rokoch sledovania zistili, že floristické zloženie bolo počtom kosieb ovplyvnené. Vo všetkých sledovaných variantoch sa zvýšil podiel tráv. Dominoval najmä *Lolium perenne* L. Podiel d'atelinovín sa naopak znížil. Najvyššie rozdiely sme zistili vo variante 2, ktorý bol kosený 3x. V rámci variantu 3 sa významne znížilo aj zastúpenie prázdnych miest.

Po dvoch rokoch sa hodnoty indexu diverzity znížili. Vyššiu priemernú hodnotu diverzity mali vo variantoch, ktoré boli kosené viackrát.

Literatúra

1. BUCKLAND, S. T., et al.: Monitoring change in biodiversity through composite indices. Philosophical Transactions of the Royal Society B. In *Biological Sciences*, 2005, 360.1454: 243-254
2. BURRICHTER, E. – HÜPPE, J. – POTT, R.: Agrarwirtschaftlich bedingte Vegetationsanreicherung und – Verarmung in historischer. In *Zeit. Phytocoenologia* 23, 1993, 427–447. <https://doi.org/10.1127/phyto/23/1993/427>
3. COLLINS, S.L. – KNAPP, A.K. – BRIGGS, J.M. – BLAIR, J.M. – STEINAUER, E.M., Modulation of diversity by grazing and mowing in native tall grass prairie. In *Science*, 280(5364), 1998, pp. 745-747.
4. European Environment Agency EU 2010 biodiversity baseline — adapted to the MAES typology EEA Technical Report No 9/2015, 2015, 10.2800/382317
5. Economic and social development program 2014 – 2020 Village Žirany [online] retrived 2019-01-09 from: www.zirany.eu/documents/1427100129phsr-zirany-2014.pdf
6. GLIESSMAN, S. R.: Agroecology: A growing field. *Agroecology and Sustainable Food Systems* 39:1–2, 2015a, doi:10.1080/21683565.2014.965869. [Taylor & Francis Online], [Web of Science ®], [Google Scholar]
7. HABEL, J.CH. et al.: European grassland ecosystems: threatened hotspots of biodiversity. In *Biodiversity and Conservation*, 2013, 22.10: 2131-2138.
8. HANSSON, M. – FOGELFORS, H.: Management of semi natural grassland; results from a 15-year-old experiment in southern Sweden. In *Journal of vegetation science*, 11(1), 2000, pp.31-38.
9. HUSSAIN, F. et al.: Diversity and ecological characteristics of flora of Mastuj valley, district Chitral, Hindukush range, Pakistan. In *Pak. J. Bot*, 2015, 47.2: 495-510.
10. ISSELSTEIN, J. – JEANGROS, B. – PAVLU, V.: Agronomic aspects of biodiversity targeted management of temperate grasslands in Europe – a review. In *Agron Res* 3(2), 2005, 139–151
11. KAČKI, Z. – HEGEDÜŠOVÁ, K.: Plant community responses to changes in management. In *Biologia*, Volume 74, Issue 4, 2019, pp 335–337 74: 335. <https://doi.org/10.2478/s11756-019-00228-9>.
12. KAPUSTA, P.: Biota ako zložka životného prostredia v Slovenskej republike k roku 2006, Banská Bystrica. Slovenská agentúra životného prostredia, 2005, 54 p. Online: <https://www.enviroportal.sk/uploads/report/biota-zlozky-06.pdf> (6. 6. 2019).
13. MARTINS-LOUCAO, M.A. – GAIO-OLIVIERA, G. New Challenges to Promote Botany's Practice Using Botanic Gardens: The case study of the Lisbon botanic garden. Centre for Ecology, Lisbon In ANSAN A.A. et al. *Plant Biodiversity: Monitoring, Assessment and Conservation*, CABI, 2016, p. 628. ISBN 978- 1780-646-947.
14. PROBER, S.M. – THIELE, K.R. – LUNT, I.D.: Fire frequency regulates tussock grass composition, structure and resilience in endangered temperate woodlands. In *Austral Ecology*, 32(7), 2007, pp. 808-824.
15. REGAL, V.: Microscopic method for evaluation of grass quality. Proceeding ČS AZV, Plant production, number 6, 1956
16. SMITH, A.L. – BARRET, RUSSELL L. – MILNER, RICHARD NC.: Annual mowing maintains plant diversity in threatened temperate grasslands. In *Applied vegetation science*, 2018, 21.2: 207-218.
17. VICKERY, J. A., et al.: The management of lowland neutral grasslands in Britain: effects of agricultural practices on birds and their food resources. In *Journal of Applied Ecology*, 2001, 38.3: 647-664

18. WALLISDEVRIES, MICHIEL F. – VAN SWAAY, CHRIS A.M.: Grasslands as habitats for butterflies in Europe. Grasslands in Europe of high nature value. KNNV Publishing, Zeist, 2009, 27-34.

Pod'akovanie

Tento príspevok bol podporený projektom KEGA č. 032SPU-4/2019 Terminologický slovník krmovínárstva riešenom na Katedre rastlinnej výroby a trávnych ekosystémov.

Kontaktná adresa

Ing. Miriama Lukács, Katedra rastlinnej výroby a trávnych ekosystémov, xpaulisova@uniag.sk

HODNOCENÍ VARIABILITY HMOTNOSTI HLÁVEK U ČESKÝCH AROMATICKÝCH ODRŮD CHMELE (*HUMULUS LUPULUS* L.) EVALUATION OF CONE WEIGHT VARIABILITY IN CZECH AROMA HOP VARIETIES (*HUMULUS LUPULUS* L.)

Vladimír NESVADBA – Jitka CHARVÁTOVÁ – Sabina TRNKOVÁ

Chmelařský institut s.r.o. Žatec, oddělení šlechtění chmele

Abstract

The weight of dry cones for Czech aromatic varieties was evaluated in the years 2017 to 2019. The highest weight of 100 cones is of Kazbek (16.48 g) and Saaz (15.81 g). Probably the lowest weight of 100 cones are varieties Sládek (12.57 g) and Saaz Late (10.99 g). Premiant has the lowest variability in the weight of cones (6.88 %) and Bohemia has the highest variability 12.24 %. Tolerant variety to *Verticillium nonalfalfae* Sládek also shows low variability of 8.07 %. Aromatic varieties have demonstrably different weight of cones between individual years. Saaz in 2017 has a significantly higher weight only than Saaz Late and has a significantly lower weight of cones than the Kazbek and Bohemie varieties. The influence of vintage on the weight of cones was also determined within one variety. Variety Saaz has demonstrably higher weight of cones in 2018 than in 2017 and 2019. Variety Premiant has demonstrably higher weight of cones in 2017 than in 2019. Varieties Sládek, Harmonie, Kazbek, Bohemie and Saaz Late have significantly higher weight cones in 2017 and 2018 than in 2019.

Keywords: hops, *humulus lupulus* L., *Verticillium nonalfalfae*, cones weight, aromatic varieties, average, variability

Souhrn

Hmotnost suchých hlávek u českých aromatických odrůd byla hodnocena v letech 2017 až 2019. Průkazně nejvyšší hmotnost 100 hlávek mají odrůdy Kazbek (16,48 g) a Žatecký poloraný červeňák (15,81 g). Průkazně nejnižší hmotnost 100 hlávek mají odrůdy Sládek (12,57 g) a Saaz Late (10,99 g). Nejnižší variabilitu v hmotnosti hlávek má Premiant (6,88 %) a naopak nejvyšší variabilitu má Bohemie 12,24 %. Tolerantní odrůda k *Verticillium nonalfalfae* Sládek vykazuje též nízkou variabilitu a to 8,07 %. Aromatické odrůdy mají průkazně odlišnou hmotnost hlávek mezi jednotlivými ročníky. Žatecký poloraný červeňák má v roce 2017 průkazně vyšší hmotnost pouze než Saaz Late a má průkazně nižší hmotnost hlávek než odrůdy Kazbek a Bohemie. V rámci jedné odrůdy se též stanovil vliv ročníku na hmotnost hlávek. Odrůda Žatecký poloraný červeňák má průkazně vyšší hmotnost hlávek v roce 2018 než v letech 2017 a 2019. Odrůda Premiant má průkazně vyšší hmotnost hlávek v roce 2017 než v roce 2019. Odrůdy Sládek, Harmonie, Kazbek, Bohemie a Saaz Late mají shodně průkazně vyšší hmotnost hlávek v letech 2017 a 2018 než v roce 2019.

Klíčová slova: chmel, *humulus lupulus* L., *Verticillium nonalfalfae*, hmotnost hlávek, aromatické odrůdy, průměr, variabilita

Úvod

V České republice má šlechtění chmele více jak 100letou tradici. První klonová selekce byla provedena v letech 1853 v úštěcké populaci Kryštofem Semšem z Vrbsice u Roudnice, který provedl pozitivní výběr ve svém porostu. Zakladatelem moderních metod šlechtění chmele pomocí klonové selekce v původních krajových porostech byl Doc. Karel

Osvald. Klonovou selekci se zabýval od roku 1927. Z jeho dlouholetého úsilí získalo české chmelařství tři klony, které byly pojmenovány po tomto šlechtiteli a to Osvaldův klon 31, Osvaldův klon 72 a Osvaldův klon 114 (FRIC, V., 1992). V 60. letech se ve šlechtění chmele začala uplatňovat hybridizace chmele, tj. šlechtění pomocí křížení. Bor a Sládek byly první registrované české odrůdy po křížení v roce 1994 (RÍGR, A., 1997). V roce 1996 byla registrována nová odrůda Premiant, která později z hlediska vyšších výkonnostních parametrů nahrazuje odrůdu Bor. V roce 2001 byla registrována první česká odrůda chmele hořkého typu (Agnus), která vykazuje obsah alfa kyselin na úrovni 10 % (Nesvadba, 2002). V těchto letech dochází k rozdělení odrůd chmele na aromatické a hořké. Aromatické odrůdy mají obsah alfa kyselin do 10 %, vyšší obsah beta kyselin a hlavně chmelovou vůni. Hořké odrůdy jsou charakteristické vyšším obsahem alfa kyselin a poměru k alfa kyselinám mají nižší obsah beta kyselin. Tyto odrůdy vykazují poměr alfa/beta kyselin vyšší než 2. Aromatické naopak mají poměr alfa/beta pod 2, častěji kolem 1.

Od roku 2004 do roku 2010 bylo ve Chmelařském institutu s.r.o. Žatec registrováno dalších 6 odrůd chmele (NESVADBA, V. a kol., 2013; NESVADBA, V. a kol., 2017) – Harmonie, Rubín, Kazbek, Bohemie, Saaz Late a Vital. Odrůda Vital byla též vyšlechtěna pro biomedicínní účely (KROFTA, K. a kol., 2013). V roce 2017 byly registrovány 2 nové hořké odrůdy Gaia a Boomerang (NESVADBA, V. a kol., 2017). V roce 2019 byly registrovány aromatické odrůdy chmele pod názvy Saaz Brilliant, Saaz Comfort, Saaz Shine a Mimosa (NESVADBA V., a kol., 2019). Nelze opomenout šlechtění chmele na nízké konstrukce (NESVADBA, V., 2016) a registraci prvních českých odrůd chmele na nízké konstrukce Country, Jazz a Blues v letech 2018 a 2019 (NESVADBA, V. a kol., 2020). Dle kategorizace odrůd chmele (IHGC hop variety list 2018) jsou v současné době pěstovány tyto aromatické odrůdy: Žatecký poloraný červeňák, Sládek, Premiant, Harmonie, Kazbek, Bohemie a Saaz Late. V současné době tyto odrůdy zaujímají 4864 ha, což představuje plochy chmele z celkové plochy v České republice 97,22 % (BARBORKA, V., 2020). Nové registrované aromatické odrůdy jsou zatím testovány v poloprovozních plochách.

U chmelových odrůd je hodnocena řada významných znaků – výnos chmele, obsah a složení chmelových pryskyřic i silic, vůně chmele a mechanické rozborů suchých chmelových hlávek. U těchto rozborů se hodnotí hmotnost hlávek, hmotnost věténka, délka věténka a jejich vzájemné poměry. Tyto znaky jsou součástí stanovení odrůdové odlišnosti mezi odrůdami chmele (RÍGR, A., 2000)). Všechny registrované odrůdy jsou udržovány a hodnoceny v udržovacím šlechtění. Jedná se o původní neozdravený rostlinný materiál. Od každé odrůdy jsou vybrány matky, které jsou podrobně hodnoceny a současně jsou základem pro výběr matečnic pro ozdravení a následné množení pro pěstitele chmele (NESVADBA, V. a kol., 2019). V současné době se zahájilo testování českých odrůd chmele na odolnost k *Verticillium nonalfalfae* v rámci projektu EUREKA LTE218 „Creation of genotypes of hops resistant to *Verticillium nonalfalfae* suitable for growing both in the Czech Republic and within the European Union“. Dílčí výsledky poukazují na střední odolnost u odrůd Agnus, Gaia, Kazbek a Sládek. Z tohoto důvodu je sledována výkonnost u těchto odrůd chmele. Naopak aromatické odrůdy ŽPČ, Harmonie, Bohemie a Saaz Late jsou velmi citlivé (NESVADBA, V. a kol., 2020).

Materiál a metody

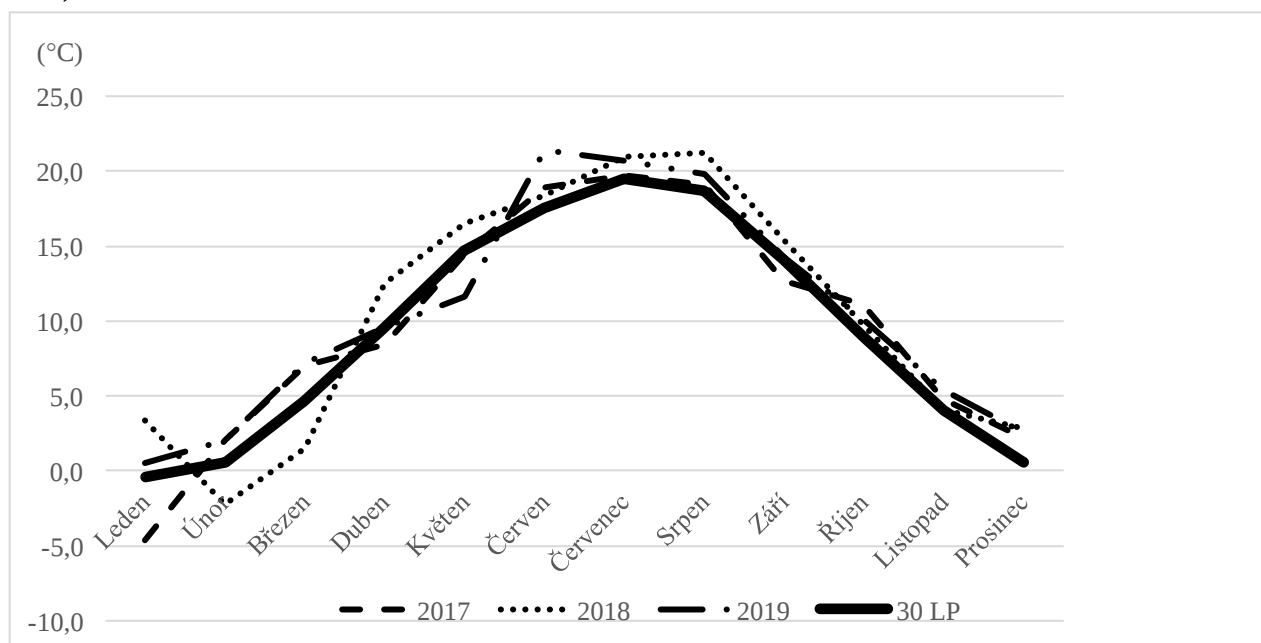
V udržovacím šlechtění chmele nejsou ozdravené rostliny, ale jedná se o původní matečný materiál. Proto výkonnost u některých odrůd chmele může být nižší než u porostů z viruprosté sadby (NESVADBA, V. a kol., 1999). Každá odrůda je sledována v UŠ

o min. počtu 40 rostlin tak, že je každoročně hodnoceno 10 matek. Každá matka je hodnocena z hlediska morfologických znaků, kde jsou sledovány odchylky od uniformity dané odrůdy chmele. Ze suchých hlávek byly provedeny mechanické rozborů hlávek. Z průměrného vzorku se odeberou hlávky, kde je zvaženo 100 náhodně vybraných hlávek chmele dané odrůdy chmele. Hmotnost je uvedena v gramech (g).

Hodnocení bylo provedeno v letech 2017 až 2019 ve Stekníku (okr. Louny) na Účelovém hospodářství Chmelařského institutu s.r.o. Žatec. Půdní charakteristika pozemku: Pedologicky se jedná o nivní půdy, lehké s koluviálními a nivními sedimenty. Jsou výsušné. Sklonitost půdy – úplná rovina bez projevů plošné vodní eroze, expozice pozemku je všesměrná. Půda je bezskeletovitá, hluboká více jak 60 cm.

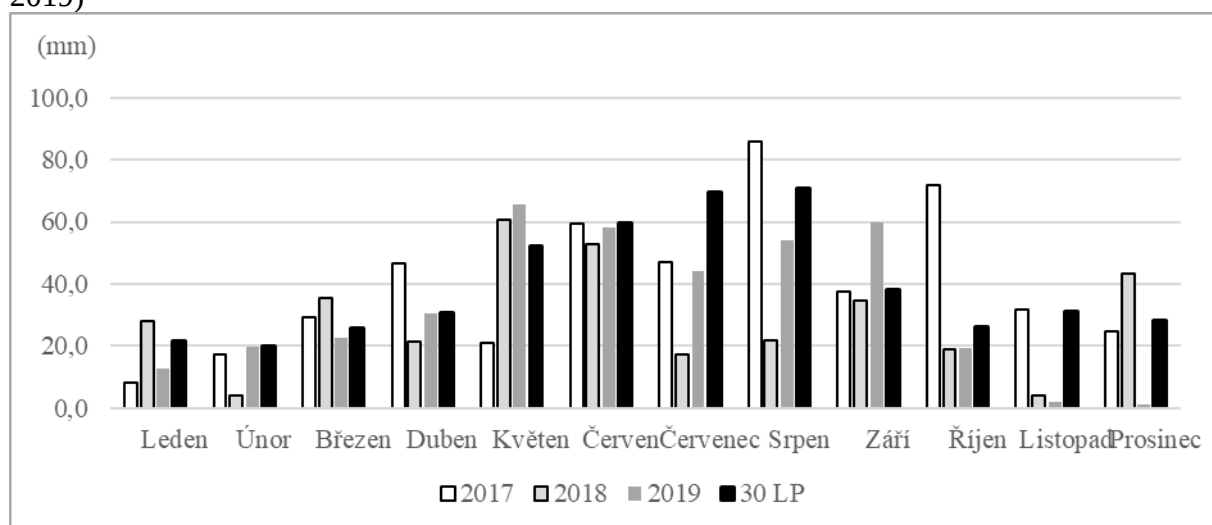
Z Grafu 1 je patrný průběh průměrných měsíčních teplot v roce 2017 až 2019 (Stekník) v porovnání s 30letým průměrem (ČHMÚ). Pouze v lednu 2017 byly teploty pod 30letým průměrem. V roce 2017 mimo dubna a září byly teploty nad 30letým průměrem. V roce 2018, mimo února a března, byly průměrné měsíční teploty vyšší než 30letý průměr. Rok 2019 byl opět teplejší než 30letý průměr, pouze v měsíci květen byla teplota nižší.

Graf 1 Průměrné měsíční teploty v letech 2017 až 2019 k 30letému průměru (Stekník, 2017 – 2019)



Graf 2 poukazuje, že v roce 2017 byly nadprůměrné srážky v březnu, dubnu, červnu a srpnu. V roce 2018 byly nadprůměrné srážky v lednu, březnu a květnu. V roce 2019 byly nadprůměrné srážky pouze v květnu a září, naopak v červenci a srpnu, kdy se tvoří chmelové hlávky, jsou srážky pod průměrem. Od září už nemají srážky vliv na kvalitativní a kvantitativní parametry, protože jejich sklizeň probíhá do konce srpna.

Graf 2 Průměrné měsíční srážky v letech 2017 až 2019 k 30letému průměru (Stekník, 2017 – 2019)



Popis výchozího materiálu - aromatické odrůdy chmele, které jsou hodnoceny:

Žatecký poloraný červeňák (ŽPČ): byl získán klonovou selekcí v původních porostech v žatecké a ústecké oblasti. Tato odrůda je pěstována v devíti klonech: Osvaldův klon 31 (registrace v roce 1952), Osvaldův klon 72 (1952), Osvaldův klon 114 (1952), Sirem (1969), Lučan (1974), Blato (1974), Zlatan (1976), Podlešák (1989), Blšanka (1993). V závorkách jsou uvedeny roky registrace. Pro hodnocení byl vybrán klon 31, který je vhodný do nižších poloh jako je stanoviště Stekník. **Plochy chmele?**

Premiant: byl získán výběrem z hybridního potomstva křížením inzuchtní linie Žateckého poloraného červeňáku a dalšího šlechtitelského materiálu. Název získal podle tradičního českého dvanáctistupňového piva „Premium“, pro nějž je typická vysoká plnost chuti, silný říz a výrazná chmelová hořkost. Registrace v roce 1994

Sládek: byl získán výběrem z hybridního potomstva šlechtitelského materiálu, kde v původu jsou odrůdy Northern Brewer a Žatecký poloraný červeňák. Jako perspektivní hybridní genotyp (aromatického typu) byl registrován v roce 1987 pod názvem VÚCH 71 a od roku 1994 je registrován pod názvem Sládek. Název získal pro svůj znamenitý vliv na vyváženou hořkost a příjemné chmelové aroma v pivu. Dle dílčích výsledků poukazuje toleranci k *Verticillium nonalfalfae*. Registrace v roce 1994

Harmonie: je několikanásobný kříženec hybridního materiálu (Premiant, ŽPČ, Northern Brewer), který má v původu téměř 60 % Žateckého poloraného červeňáku. Název je odvozen od harmonického složení chmelových pryskyřic. Registrace v roce 2004.

Kazbek: byla získána výběrem z potomstva hybridního materiálu, kde je v původu ruský planý chmel. Robustnost a stabilita jsou zakotveny v názvu odrůdy, protože Kazbek je nejvyšší horou středního Kavkazu, a tyto vlastnosti jsou pro ni charakteristické. Odrůda má citrusovou vůni chmelových hlávek, proto se řadí i do skupiny chmelů „flavour hops“ (chmele se specifickou nechmelovou vůní). Registrace v roce 2008.

Bohemie: byla získána výběrem z potomstva po matečné aromatické odrůdě Sládek z rozpracovaného šlechtitelského materiálu, který má v původu Žatecký poloraný červeňák. Registrace v roce 2010.

Saaz Late: odrůda byla získána výběrem z potomstva po rodičovské kombinaci rozpracovaného šlechtitelského materiálu, který má v původu Žatecký poloraný červeňák. Registrace v roce 2010.

Byla zpracována základní statistika: průměr (x), medián (Med) a směrodatná odchylka (s). Relativní míra variability se používá při porovnání souboru lišících se svojí úrovní.

Získané míry variability jsou bezrozměrná čísla (zpravidla v %), což umožňuje porovnávat variabilitu statistických znaků lišících se měrnou jednotkou. Při zpracování dat byl použit variační koeficient (Vk), který uvádí rozsah variability v %. Dále jsou uvedeny minimální (MIN) a maximální (MAX) stanovené hodnoty. Průkaznost rozdílu mezi odrůdami byla stanovena pomocí t-testu. Pro stanovení rozdílu mezi odrůdami byl použit t-test. Odlišnost souborů je stanovena na základě hladiny významnosti α z které se stanoví s jakou pravděpodobností se testované soubory odlišují (MELOUN, 1994). Například stanovená hladina významnosti, kde $\alpha = 0,01$ odpovídá, že hodnocené soubory jsou s 99% pravděpodobností průkazně odlišné.

Výsledky a diskuse

Z dosažených výsledků (Tab. 1) u 10 matek v letech 2017 až 2019 vykazují nejvyšší hmotnost hlávek odrůdy Kazbek (16,48 mm) a ŽPČ (15,81 mm). Z Tab. 2 je patrné, že obě odrůdy mají průkazně vyšší hmotnost hlávek než ostatní odrůdy. Odrůdy Harmonie, Bohemie a Premiant mají průkazně vyšší hmotnost hlávek než odrůdy Sládek a Saaz Late. Odrůda Saaz Late má průkazně nejnižší hmotnost hlávek a to 10,99 g. Dále je patrné, že nejnižší variabilitu v hmotnosti hlávek má Premiant (6,88 %) a naopak nejvyšší variabilitu má Bohemie 12,24 %. Tolerantní odrůda k *Verticillium nonalfalfae* Sládek vykazuje též nízkou variabilitu a to 8,07 %. Zajímavé je, že hlávky Kazbeka a ŽPČ nemají hmotnost hlávek pod 10 g resp. 11 g. Odrůdy Sládek a Saaz Late nemají hmotnost hlávek nad 20 g.

Tab. 1 Základní statistické parametry hmotnosti hlávek u aromatických odrůd chmele (Udržovací šlechtění, Stekník, 2017 – 2019)

Odrůda	Průměr (g)	Směrodatná odchylka	Variační koeficient (%)	MIN (g)	MAX (g)
Kazbek	16,48	2,409	9,04	10,80	21,20
ŽPČ	15,81	4,283	7,49	11,20	22,00
Harmonie	14,40	2,625	8,16	8,00	20,00
Bohemie	14,22	2,857	12,24	7,00	22,20
Premiant	14,04	3,166	6,88	8,80	20,80
Sládek	12,57	2,825	8,07	8,20	18,40
Saaz Late	10,99	2,622	7,50	6,00	15,40

Tab. 2 Průkaznost rozdílu hmotnosti hlávek za období 2017 až 2019 pomocí t-testu

Odrůda	Kazbek	ŽPČ	Harmonie	Bohemie	Premiant	Sládek
ŽPČ	-					
Harmonie	0,02	0,1				
Bohemie	0,05	0,1	-			
Premiant	0,01	0,01	-	-		
Sládek	0,01	0,01	0,02	0,1	0,05	
Saaz Late	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,05

Z dosažených výsledků za tříleté období vykazují průkazně nejvyšší hmotnost hlávek odrůdy Kazbek a ŽPČ. Z 10 matečných rostlin hodnocených v roce 2017 (Tab. 3 a 4) je patrné, že průkazně nejvyšší hmotnost hlávek mají odrůdy Kazbek (18,42 g) a Bohemie (17,68 g). Průkazně vyšší hmotnost hlávek mají odrůdy Harmonie (16,22 g) a Premiant (15,54 g) než odrůdy Sládek (13,73 g) a Saaz Late (12,24 g). Odrůda ŽPČ má v roce 2017

průkazně vyšší hmotnost hlávek pouze než odrůda Saaz Late. Odrůda Saaz Late má i v roce 2017 průkazně nejnižší hmotnost hlávek. V roce 2017 je variabilita u hmotnosti hlávek od 5,02 % (Saaz Late) do 9,27 % (Bohemie). Tolerantní odrůda k *Verticillium nonalfalfae* Sládek vykazuje opět nízkou variabilitu a to 5,63 %.

Tab. 3 Základní statistické parametry hmotnosti hlávek u aromatických odrůd chmele (Udržovací šlechtění, Stekník, 2017)

Odrůda	Průměr (g)	Směrodatná odchylka	Variační koeficient (%)	MIN (g)	MAX (g)
Kazbek	18,42	2,397	6,85	14,80	21,20
Bohemie	17,68	3,243	9,27	12,60	22,20
Harmonie	16,22	2,388	6,82	12,00	20,00
Premiant	15,54	2,284	6,53	12,40	20,80
ŽPČ	14,48	2,100	6,00	11,20	18,00
Sládek	13,73	1,970	5,63	11,00	16,80
Saaz Late	12,24	1,756	5,02	10,40	15,20

Tab. 4 Průkaznost rozdílu hmotnosti hlávek v roce 2017 pomocí t-testu

Odrůda	Kazbek					
Bohemie	-	Bohemie				
Harmonie	0,1	-	Harmonie			
Premiant	0,02	-	-	Premiant		
ŽPČ	0,01	0,02	-	-	ŽPČ	
Sládek	0,01	0,01	0,05	0,1	-	Sládek
Saaz Late	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,1

Z Tab. 5 a 6 je zřejmé, že průkazně nejvyšší hmotnost hlávek mají odrůdy Kazbek (18,32 g) a ŽPČ (18,18 g). Dále průkazně vyšší hmotnost hlávek mají odrůdy Bohemie (15,64 g) a Harmonie (15,56 g) než odrůdy Premiant (13,58 g) a Saaz Late (12,28 g). Odrůda Sládek má průkazně vyšší výnos než Saaz Late. Mezi odrůdami Premiant a Saaz Late není statisticky průkazný rozdíl u hmotnosti hlávek. Nejnížší variabilitu 3,68 % má odrůda Kazbek. Naopak nejvyšší variabilitu má tolerantní odrůda k *Verticillium nonalfalfae* Sládek 8,19 %.

Tab. 5 Základní statistické parametry hmotnosti hlávek u aromatických odrůd chmele (Udržovací šlechtění, Stekník, 2018)

Odrůda	Průměr (g)	Směrodatná odchylka	Variační koeficient (%)	MIN (g)	MAX (g)
Kazbek	18,32	1,287	3,68	16,60	20,40
ŽPČ	18,18	2,297	6,56	14,40	22,00
Bohemie	15,64	2,274	6,50	12,60	19,80
Harmonie	15,56	1,472	4,21	13,00	17,80
Sládek	14,02	2,868	8,19	9,60	18,40
Premiant	13,58	2,799	8,00	8,80	18,20
Saaz Late	12,28	2,376	6,79	8,60	15,40

Tab. 6 Průkaznost rozdílu hmotnosti hlávek v roce 2018 pomocí t-testu

Odrůda	Kazbek					
ŽPČ	-	ŽPČ				
Bohemie	0,01	0,05	Bohemie			
Harmonie	0,01	0,01	-	Harmonie		
Sládek	0,01	0,01	-	-	Sládek	
Premiant	0,01	0,01	0,1	0,1	-	Premiant
Saaz Late	0,01	0,01	0,01	0,01	0,1	-

V roce 2019 má průkazně nejvyšší hmotnost ŽPČ (14,78 g) než ostatní odrůdy (Tab. 7 a 8). Průkazně vyšší hmotnost mají odrůdy Premiant (13,00 g) a Kazbek (12,70 g) než další odrůdy. Průkazně vyšší hmotnost hlávek má Harmonie (11,42 g) než Sládek, Bohemie a Saaz Late. V roce 2019 mají průkazně nejnižší hmotnost hlávek odrůdy Bohemie (9,34 g) a Saaz Late (8,45 g). Vyjma odrůdy ŽPČ mají všechny odrůdy v roce 2019 nejnižší hmotnost. V roce 2019 je nejnižší variabilita a to od 2,95 % (Kazek) do 5,27 % (Harmonie). Tolerantní odrůda k *Verticillium nonalfalfae* Sládek má variabilitu 4,58 %.

Tab. 7 Základní statistické parametry hmotnosti hlávek u aromatických odrůd chmele (Udržovací šlechtění, Stekník, 2019)

Odrůda	Průměr (g)	Směrodatná odchylka	Variační koeficient (%)	MIN (g)	MAX (g)
ŽPČ	14,78	1,757	5,02	12,60	17,80
Premiant	13,00	1,310	3,74	11,40	14,80
Kazbek	12,70	1,034	2,95	10,80	14,40
Harmonie	11,42	1,844	5,27	8,00	14,00
Sládek	10,08	1,603	4,58	8,20	13,00
Bohemie	9,34	1,185	3,39	7,00	11,60
Saaz Late	8,45	1,651	4,72	6,00	11,20

Tab. 8 Průkaznost rozdílu hmotnosti hlávek v roce 2019 pomocí t-testu

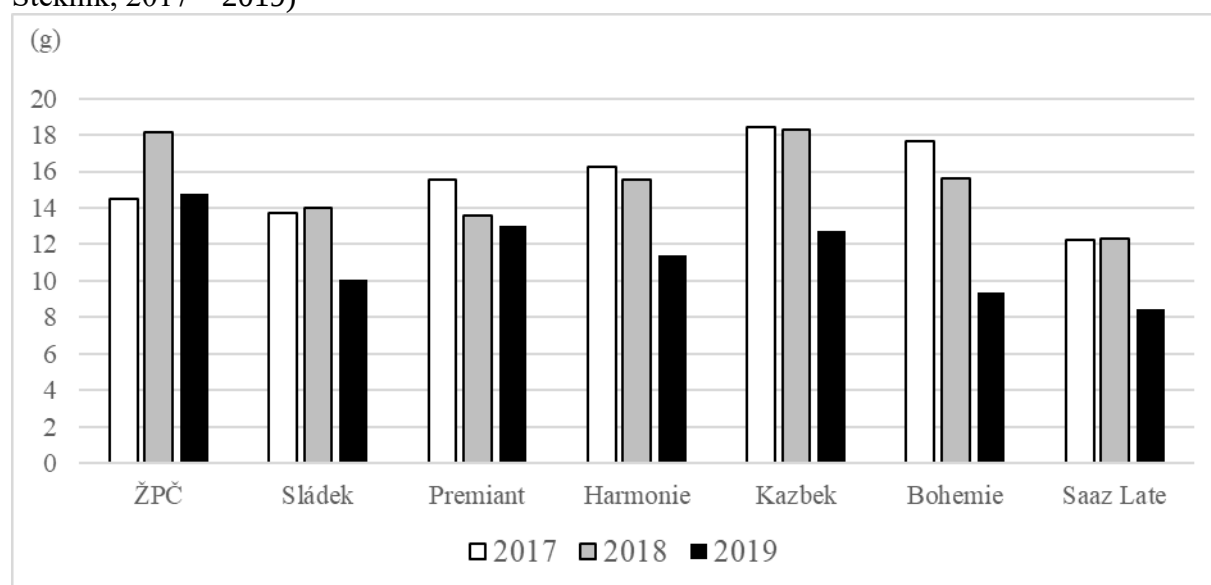
Odrůda	ŽPČ					
Premiant	0,02	Premiant				
Kazbek	0,01	-	Kazbek			
Harmonie	0,01	0,05	0,1	Harmonie		
Sládek	0,01	0,01	0,01	0,1	Sládek	
Bohemie	0,01	0,01	0,01	0,01	-	Bohemie
Saaz Late	0,01	0,01	0,01	0,01	0,05	-

Z výsledků je patrné, že mají odrůdy průkazně odlišnou hmotnost hlávek mezi jednotlivými ročníky. Například ŽPČ v průměru 3 let má s odrůdou Kazbek průkazně nejvyšší hmotnost hlávek, ale v roce 2017 má průkazně vyšší hmotnost pouze než Saaz Late a dokonce má průkazně nižší hmotnost hlávek než odrůdy Kazbek a Bohemie. V rámci jedné odrůdy se též stanovil vliv ročníku na hmotnost hlávek. V Grafu 3 jsou uvedeny průměrné hmotnosti hlávek v letech 2017, 2018 a 2019. V Tabulce jsou uvedeny hladiny významnosti, s jakou pravděpodobností jsou roční průměrné hmotnosti hlávek průkazně odlišné. Odrůda ŽPČ má s 99% pravděpodobností průkazně vyšší hmotnost hlávek v roce 2018 než v letech 2017 a 2019. Odrůda Premiant má s 99% pravděpodobností průkazně vyšší hmotnost hlávek

v roce 2017 než v roce 2019. Odrůdy Sládek, Harmonie, Kazbek, Bohemie a Saaz Late mají shodně s 99% pravděpodobností průkazně vyšší hmotnost hlávek v letech 2017 a 2018 než v roce 2019.

Dosažené výsledky poukazují, že vliv ročníku na hmotnost hlávek je významný a každá odrůda reaguje jinak. Z pohledu průkaznosti rozdílu hmotnosti hlávek pouze odrůda Premiant vykazuje jednou průkazný rozdíl, což nasvědčuje nižší meziročníkové variabilitě. Zajímavé je, že ŽPČ v roce 2019, kde všechny aromatické odrůdy vykazují nižší hmotnost hlávek, tak ŽPČ má průkazně nejvyšší hmotnost hlávek. Též to poukazuje na plastičnost odrůdy ve sledovaných letech. Naopak nejvyšší rozdíly mezi ročníky má odrůda Bohemie, která v hmotnosti hlávek mezi ročníky 2017 a 2019 má rozdíl 8,34 g, což je pokles o 47,17 %. U této odrůdy nelze předpokládat stabilitu hmotnosti hlávek v průběhu pěstování.

Graf 3 Průměrné roční hmotnosti hlávek u aromatických odrůd chmele (Udržovací šlechtění, Stekník, 2017 – 2019)



Tab. 9 Hladiny významnosti $\square\square$ u průkaznosti rozdílu stanovená t-testem

Odrůda	Průkaznost 2017-2018	Průkaznost 2017-2019	Průkaznost 2018-2019
ŽPČ	0,01	-	0,01
Sládek	-	0,01	0,01
Premiant	-	0,01	-
Harmonie	-	0,01	0,01
Kazbek	-	0,01	0,01
Bohemie	-	0,01	0,01
Saaz Late	-	0,01	0,01

Závěr

Z dosažených výsledků z let 2017 až 2019 je zřejmé, že průkazně nejvyšší hmotnost hlávek mají odrůdy Kazbek a Žatecký poloraný červenák. Naopak průkazně nejnižší hmotnost hlávek mají odrůdy Sládek a Saaz Late. Odrůda Kazbek v každém roce má vysokou hmotnost hlávek a odrůda Saaz Late vždy nejnižší. Ale u ostatních odrůd je velká meziročníková variabilita, a to jak mezi odrůdami, tak i v rámci jedné odrůdy mezi ročníky. Například ŽPČ má v letech 2018 a 2019 průkazně vysokou hmotnost hlávek, naopak v roce 2017 je hmotnost

hlávek v rámci souboru nižší. Naopak odrůda Bohemie má v roce 2017 vysokou hmotnost hlávek, ale v roce 2019 velmi nízkou hmotnost hlávek.

Tolerantní odrůda k *Verticillium nonalfalfae* Sládek vykazuje nízkou hmotnost hlávek, ale poměrně nízkou variabilitu, vyjma roku 2018. Přesto průměrná variabilita je pouze 8,07 %, což je dobrý odrůdový znak. Naopak vysokou hmotnost hlávek vykazuje ŽPČ, které je velmi citlivé k *Verticillium nonalfalfae*. Z tohoto důvodu mají výsledky velký význam pro Tršickou chmelařskou oblast, kde byl zjištěn výskyt karanténní choroby *Verticillium nonalfalfae*.

I když tříleté výsledky lze chápat jako dílčí, protože chmel se na stanovišti pěstuje 10 až 15 let, tak poukazují na variabilitu mezi odrůdami. Tento pohled je velmi důležitý pro pěstitele chmele, obchod s chmelem i pivovary. Ukazuje, u kterých odrůd lze předpokládat vyšší nebo naopak nižší hmotnost hlávek jako jeden z důležitých výnosotvorných prvků dané odrůdy. Výsledky jsou aplikovatelné do praxe i při rozhodování nových výsadeb aromatických odrůd chmele.

Literatura

1. BARKORKA V.: Odrůdová skladba chmele. Chmelařská ročenka 2020: 314 - 315
2. FRIC, V.: Odrůdová skladba a ozdravovací proces chmele v ČSFR, Chmelařství, 1992: 85 - 86.
3. IHGC hop variety list 2018 <http://www.ihgc2019.si/wp-content/uploads/2018/12/2018-NOV-IHGC-EC-Report.pdf>
4. KROFTA, K. – PATZAK, J. - NESVADBA V. – MIKYŠK, A. – SLABÝ, M. – ČEJKA, P.: Vital – The Czech hop Hybrid variety. Kvasný průmysl 59(1) 2013: 13-17. ISSN 0023-5830
5. NESVADBA, V. - KROFTA, K. - SVOBODA, P.: The efficiency of virusfree Saaz semi-early red-bine hop, Rostlinná výroba, 1999 (6): 251 – 254
6. NESVADBA, V. – KROFTA, K.: New hop variety Agnus as the result of breeding process innovation in the Czech Republic. Rostlinná výroba, 48, 2002 (11): 513 – 517.
7. NESVADBA, V. – BRYNDA, M. – HENYCHOVÁ, A. – JEŽEK, J. – KOŘEN, J. – KROFTA, K. – MALÍŘOVÁ, I. – PATZAK, J. - POLONČÍKOVÁ, Z. – SVOBODA, P. – VALEŠ, V. – VOSTŘEL, J.: Development and tradition of Czech hop varieties.. Chmelařský institut s.r.o. Žatec, 2013
8. NESVADBA, V.: Breeding Process Aimed at Dwarf Hops. Kvasny Prumysl. 2016 62(6): 166-172.
9. NESVADBA, V. - CHARVÁTOVA J. - STEFANOVA L.: Hop Breeding in the Czech Republic. In: F. WEIHRAUCH, ed. *Proceedings of the Scientific-Technical Commission 25 – 29 June 2017, St. Stefan am Walde, Austria*. Wolnzach: Scientific-Technical Commission of the International Hop Growers' Convention, 2017, pp. 7–10. ISSN 2512-3785.
10. NESVADBA, V. – CHARVÁTOVÁ, J. – ŠTEFANOVÁ, L.: New Varieties and Perspective Genotypes of Hops. Kvasný průmysl. 2017, 63(5), 237-240. ISSN 0023-5830.
11. NESVADBA, V., CHARVÁTOVA J., STEFANOVA L., 2019. Breeding of aroma hops in the Czech Republic. In: F. WEIHRAUCH, ed. *Proceedings of the Scientific-Technical Commission 07 – 11 July 2019, Bischoffsheim, France*. Wolnzach: Scientific-Technical Commission of the International Hop Growers' Convention, 2019, 16–18
12. NESVADBA, V. – ŠTEFANOVÁ, L. – CHARVÁTOVÁ, J.: Hodnocení výnosu a KH u českých odrůd chmele v udržovacím šlechtění. Chmelařství 2019, 92 (3): 39 - 32

13. NESVADBA, V., CHARVÁTOVA J.: Nové odrůdy chmele registrované v roce 2019. Sborník přednášek a příspěvků ze semináře Agrotechnika chmele konaného 20.2.2020: 163 – 171. ISBN 978-80-86836-40-9.
14. NESVADBA V., PATZAK J., SVOBODA P., VOSTŘEL J., CHARVÁTOVÁ J., HENYCHOVÁ A.: Řešení mezinárodní projekt Eureka LTE2018 „Tvorba genotypů chmele odolných k *Verticillium nonalfalfae* vhodných pro pěstování v České republice i v rámci Evropské unie“ v roce 2019. Chmelařství 2020– v tisku.
15. RÍGR, A. - BERÁNEK, F. - NESVADBA, V.: Phenotype variability of the main characteristics of hop varieties as a source for hop hybridisation process. Rostlinná výroba, 43, 1997 (7), 315 -318.
16. RÍRG A., Klasifikátor chmele (*Humulus lupulus* L.). Chmelařský institut Žatec, 2000

Poděkování

Tento příspěvek byl zpracován v rámci výzkumného projektu EUREKA LTE218 „Creation of genotypes of hops resistant to *Verticillium nonalfalfae* suitable for growing both in the Czech Republic and within the European Union“, který podporuje MŠMT.

Kontaktní adresa

Ing. Vladimír Nesvadba, Ph.D., Chmelařský institut spol. s r.o., Kadaňská 2525, 438 01 Žatec, Česká republika, Tel: +420 415 432 111, e-mail: nesvadba@chizatec.cz

HODNOCENÍ VÝNOSU A OBSAHU KH U ČESKÝCH ODRŮD CHMELE (*HUMULUS LUPULUS* L.)

EVALUATION OF YIELD AND CONTENT OF KH IN CZECH HOP VARIETIES (*HUMULUS LUPULUS* L.)

Vladimír NESVADBA – Jitka CHARVÁTOVÁ – Lucie ŠTEFANOVÁ – Sabina TRNKOVÁ

Chmelařský institut s.r.o. Žatec, oddělení šlechtění chmele

Abstract

Each year ten mother plants from each variety are assessed. Yield is expressed in kilograms of fresh green hops per plant. Conclusiveness of the differences was determined by t-test. The results from 2014-2019 showed that Gaia and Kazbek reached the highest yield. They are conclusively more productive than other varieties: Harmonie, Agnus, Bohemie, Premiant, Sládek, Boomerang and Saaz. The lowest average yield was reached in Saaz. Conclusively the lowest variability was observed in Bor, Saaz Late, Saaz and Sladek. On the contrary, the highest variability showed Gaia, which had also the highest alpha acid contents. On the contrary, the lowest alpha acid contents were found out in Saaz Late and Saaz. Variability in the contents of alpha acids is considerably lower than in the yield. Conclusively the lowest inter-year variability showed Rubin. Very low variability is typical also for Vital and Gaia. The opposite showed Saaz Late, Premiant, Agnus, Saaz, Kazbek, Bor and Harmonie.

Key words: hop, humulus lupulus L., yield, content alpha acids, variability

Souhrn

Každý rok se vyhodnotí deset matečných rostlin z každé odrůdy. Výtěžek je vyjádřen v kilogramech čerstvého zeleného chmele na rostlinu. Přesvědčivost rozdílů byla stanovena t-testem. Výsledky z let 2014-2019 ukázaly, že Gaia a Kazbek dosáhly nejvyššího výnosu. Jsou průkazně výnosnější než odrůdy: Harmonie, Agnus, Bohemie, Premiant, Sládek, Boomerang a Saaz. Nejnížší průměrný výnos byl dosažen v ŽPČ. Nejnížší variabilita byla stanovena u odrůd Bor, ŽPČ, Late, Saaz Late a Sládek. Naopak nejvyšší variabilitu má Gaia, která měla také nejvyšší obsah alfa kyselin. Naopak nejnížší obsah KH byl zjištěn v Saaz Late a ŽPČ. Variabilita obsahu KH je výrazně nižší než u výnosu. Nejnížší meziroční variabilitu má Rubin (4,81%). Velmi nízká variabilita je typická také pro Vital a Gaia. Naopak vyšší variabilitu mají Saaz Late, Premiant, Agnus, Saaz, Kazbek, Bor a Harmonie.

Klíčové slová: chmel, humulus lupulus L., výnos, obsah KH, variabilita

Úvod

Šlechtění chmele v České republice má dlouholetou tradici. V současné době má Chmelařský institut s.r.o. Žatec registrováno 20 odrůd chmele. Zakladatelem moderních metod šlechtění chmele pomocí klonové selekce v původních krajových porostech byl Doc. Karel Osvald. Klonovou selekcí se zabýval od roku 1927. Z jeho dlouholetého úsilí získalo české chmelařství tři klony, které byly pojmenovány po tomto šlechtiteli. V současné době Žatecký poloraný červeňák (ŽPČ) zaujímá 90 % z celkové plochy pěstovaného chmele v ČR. V 60. letech se ve šlechtění chmele začala uplatňovat hybridizace chmele, tj. šlechtění pomocí křížení. Bor a Sládek byly první registrované české odrůdy po křížení v roce 1994. V roce 1996 byla registrována nová odrůda Premiant, která z hlediska vyšších výkonnostních

parametrů nahrazuje odrůdu Bor. V roce 2001 byla registrována první česká odrůda chmele hořkého typu (Agnus), která vykazuje obsah alfa kyselin na úrovni 10 %. Od roku 2004 do roku 2010 bylo ve Chmelařském institutu s.r.o. Žatec registrováno dalších 6 odrůd chmele (Nesvadba a kol., 2013) – Harmonie (2004), Rubín (2007), Vital (2008), Kazbek (2008), Bohemie (2010) a Saaz Late (2010). Od roku 2017 se registruje nová generace odrůd chmele. V roce 2017 byly registrovány 2 nové hořké odrůdy Gaia a Boomerang (Nesvadba, 2017). Všechny odrůdy jsou udržovány a každoročně hodnoceny v udržovacím šlechtění.

Z pohledu šlechtění na odolnost k houbovým chorobám byla tvorba odolných genotypů k peronosporě chmelové a padlí chmelovému (Nesvadba V. a Patzak J., 2006). V České republice se v roce 2017 poprvé vyskytla karanténní choroba *Verticillium nonalfalfae*, která způsobuje vadnutí chmelových rostlin. Tato choroba způsobuje vysoké ztráty v produkci chmele (Lutz K. et al., 2019). V současné době není přímé ochrany proti tomuto patogenu (Radišek S., 2009). Příznaky výskytu *Verticillium nonalfalfae* byly pozorovány inspektory ÚKZÚZ v červenci 2017 na dvou chmelnicích o výměrách 2,65 a 2,54 ha, v Olomouckém kraji v okrese Přerov. Vzdálenost napadených chmelnic byla asi 800 m. Na každé chmelnici bylo napadeno odhadem 15-25 % rostlin. Příznaky zahrnovaly hnědnutí a usychání listů, lodyh a celých rostlin a hnědnutí cévních svazků. Intenzita příznaků byla různá od středních až po vážné, včetně odumírání celých rostlin. Od roku 2018 je problematika tvorby nových odolných genotypů chmele k *Verticillium nonalfalfae* řešena v rámci mezinárodního projektu „Tvorba genotypů chmele odolných k *Verticillium nonalfalfae* vhodných pro pěstování v České republice i v rámci Evropské unie“ v rámci programu EUREKA. První částí projektu je testace výchozího materiálu pro šlechtění chmele na odolnost k *Verticillium nonalfalfae*. Ve druhé části projektu se bude pracovat na využití molekulárně-genetických metod pro identifikaci genu rezistence Ve1 ve stávajících odrůdách chmele a následném šlechtitelském materiálu (Flajsman M. et al., 2017; Willaert L., et al., 2019). Cílem bude nalézt potencionální molekulárně-genetické markery pro zefektivnění šlechtitelského procesu.

Do současné doby se na tuto chorobu netestoval ani současný sortiment odrůd chmele ani šlechtitelský materiál. Po prvním výskytu tohoto patogena v provozních chmelnicích je nutné zahájit testování na výskyt *Verticillium nonalfalfae* a vytvořit nový šlechtitelský genofond chmele vykazující odolnost k této karanténní chorobě. První částí je testace výkonnosti českých i zahraničních odolných odrůd chmele. Vlivem vysoké variability povětrnostních podmínek v průběhu vegetace v posledních letech se preferuje stabilita výkonnosti v průběhu pěstování chmele (Nesvadba V., Krofta K., 2003). Proto je v posledních letech šlechtění chmele zaměřeno na stabilitu výkonnosti u aromatických odrůd chmele využívaných v českých pivovarech. Z tohoto důvodu se hodnotí i variabilita výkonnosti u matečných rostlin používaných ve šlechtění chmele.

Materiál a metody

Hodnocení výkonnosti bylo zaměřeno na genotypy pro vysoké konstrukce v rámci udržovacího šlechtění (UŠ) chmele. V UŠ nejsou ozdravené rostliny, ale jedná se o původní matečný materiál. Proto výkonnost u některých odrůd chmele může být nižší než u porostů z viruprosté sadby (Svoboda a kol., 2013). Každá odrůda je sledována v UŠ o min. počtu 40 rostlin tak, že je každoročně hodnoceno 10 matek. Každá matka je hodnocena z hlediska morfologických znaků, kde jsou sledovány odchylky od uniformity dané odrůdy chmele. U každé matky se hodnotí výnos chmele, obsah alfa kyselin je stanoven metodou KH (EBC 7.4 – Krofta K., 2008) a mechanické rozbory suchých hlávek. Každá rostlina je sklizena samostatně. Česání chmelových rostlin bylo provedeno na pokusném česacím stroji Volf. Výnos je uveden v kg čerstvého chmele/roślinu (dále jen v kg/roślinu). Přepočet výnosu chmele je dán počtem rostlin na 1 ha, což při sponu 1,14 x 3,00 m představuje 2900 rostlin.

Koeficient sušiny čerstvého chmele na suchý chmel je 4.

Hodnocení bylo provedeno v letech 2014 až 2019 ve Stekníku (okr. Louny) na Účelovém hospodářství Chmelařského institutu s.r.o. Žatec. Půdní charakteristika pozemku: Pedologicky se jedná o nivní půdy, lehké s koluviálními a nivními sedimenty. Jsou výsušné. Sklonitost půdy – úplná rovina bez projevů plošné vodní eroze, expozice pozemku je všesměrná. Půda je bezskeletovitá, hluboká více jak 60 cm.

V tabulkách 1 a 2 jsou uvedeny průměrné měsíční teploty a průměrné měsíční srážky z meteorologické stanice ve Chmelařském institutu Žatec z let 2014 až 2019. Uvedený 30-ti letý průměr (30 LP) je dle Českého hydrometeorologického ústavu z období 1981 až 2010. Z Tabulky 1 je patrné, že v průběhu 6 let byly průměrné teploty většinou nad 30letým průměrem. V době dlouhivého růstu byly v květnu překročeny v letech 2018 a 2019 a v červnu v letech 2016 až 2019. V době tvorby generativní orgánu a zrání byly průměrné teploty překročeny v červenci ve všech letech, v srpnu v letech 2015, 2017 – 2019 a u pozdních odrůd (Sládek, Vital, Kazbek, Saaz Late, Gaia a Boomerang) v září 2014, 2016 – 2019.

Tab. 1 Průměrné měsíční teploty (°C)

Měsíc	2014	2015	2016	2017	2018	2019	30 LP
Leden	0,5	2,6	-0,2	-4,7	3,4	0,5	-0,4
Únor	1,9	0,8	3,8	2,1	-2,2	2	0,6
Březen	6,5	5,2	4,5	7,0	1,5	7,2	4,7
Duben	10,9	8,8	8,4	8,4	12,6	9,6	9,5
Květen	13,0	13,3	14,3	14,5	16,5	11,6	14,7
Červen	16,6	16,4	18,1	18,9	18,4	21,4	17,5
Červenec	20,0	20,5	19,7	19,7	21,0	20,7	19,5
Srpen	16,8	21,4	18,0	19,1	21,2	19,8	18,7
Září	14,8	13,4	16,9	12,7	15,4	14,3	14,1
Říjen	11,3	8,2	8,9	11,1	9,8	10,1	8,9
Listopad	6,6	6,7	3,6	4,8	4,1	5,4	4,0
Prosinec	3,2	5,2	1,6	2,2	2,9	2,6	0,6

V Tabulce 2 jsou uvedeny průměrné měsíční srážky. V Době vegetace od dubna (po řezu chmele) do sklizně chmele (září) jsou srážky rozdílné. V roce 2014 byly průměrné srážky nižší pouze v červnu, v roce 2015 byly nižší v květnu, červenci a září, v roce 2016 byly srážky nižší v dubnu, květnu a srpnu. V dalších třech letech byly srážky výrazně nižší. V roce 2018 byly nižší v dubnu, červnu, červenci, srpnu a září. V roce 2018 byly srážky vyšší pouze v květnu a v roce 2019 byly srážky vyšší v květnu, červnu a září.

Z celkového pohledu lze konstatovat, že průměrné teploty se navyšovaly a srážky ubývaly. Tyto rozdíly mohou mít vliv na variabilitu u hodnocených znaků.

Tab. 2 Průměrné měsíční srážky (mm)

Měsíc	2014	2015	2016	2017	2018	2019	30 LP
Leden	18,4	13,6	23,8	8,0	28,2	12,6	21,5
Únor	7,2	2,4	23,4	17,2	4,0	19,8	20,0
Březen	12,2	32,2	23,8	29,2	35,6	22,6	25,9
Duben	61,6	34,0	14,8	46,4	21,6	30,6	30,7
Květen	101,0	18,8	20,6	21,0	60,8	65,4	52,1
Červen	23,6	85,4	91,0	59,4	52,8	58	59,5
Červenec	127,6	47,2	104,6	47,2	17,4	44,2	69,4

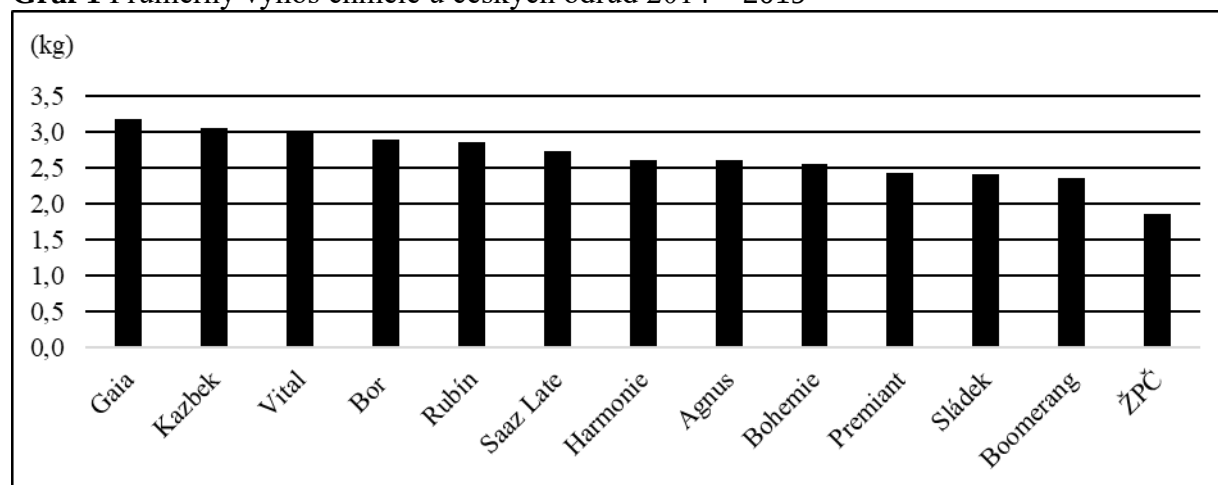
Srpen	78,8	96,0	36,6	85,8	22,0	54,2	70,8
Září	110,2	15,2	73,4	37,4	34,6	59,8	38,2
Říjen	37,8	49,0	38,8	71,6	19,0	19,4	26,0
Listopad	31,6	36,6	18,2	31,6	4,2	1,8	31,0
Prosinec	20,8	12,8	6,2	24,8	43,2	1	28,3

Byla zpracována základní statistika: průměr a variační koeficient, který vyjádřen v procentech charakterizuje variabilitu. Průkaznost rozdílu mezi odrůdami byla stanovena pomocí t-testu.

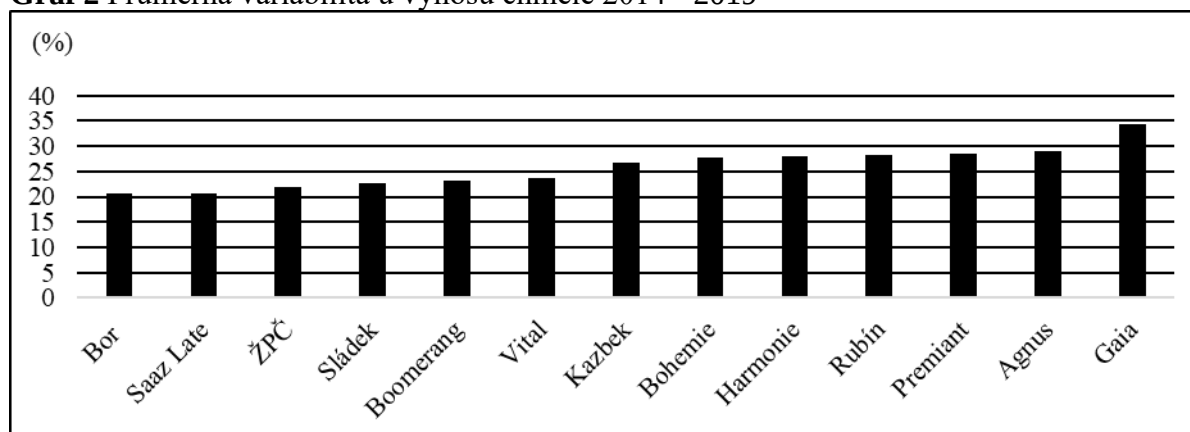
Výsledky a diskusia

Nejvyšší výnos má odrůda Gaia a to 3,17 kg/rostlinu (Graf 1), což v přepočtu na 1 ha představuje 2,3 t/ha. Odrůda Kazbek též vykazuje výnos chmele nad 3 kg/rostlinu. Obě odrůdy vykazují průkazně vyšší výnos pouze nad odrůdami s výnosem pod 2,61 kg/rostlinu, což jsou odrůdy pod Saaz Late. Podle statistické průkaznosti pomocí t-testu, je patrné, že odrůdy Gaia a Kazbek nemají průkazně vyšší výnos než odrůdy Vital, Bor, Rubín a Saaz Late. Odrůda Vital nemá průkazně vyšší výnos chmele než odrůdy Bor, Rubín, Saaz Late a Saaz Late. Odrůdy Bor a Rubín mají průkazně vyšší výnos než odrůdy Premiant, Sládek, Boomerang a ŽPČ. Průkazně nejvyšší výnos chmele má tradiční odrůda ŽPČ. Z tolerantních odrůd k *Verticillium nonalfalfae* vykazují odrůdy Kazbek a Vital průkazně vyšší výnos než odrůdy Agnus a Sládek.

Graf 1 Průměrný výnos chmele u českých odrůd 2014 – 2019

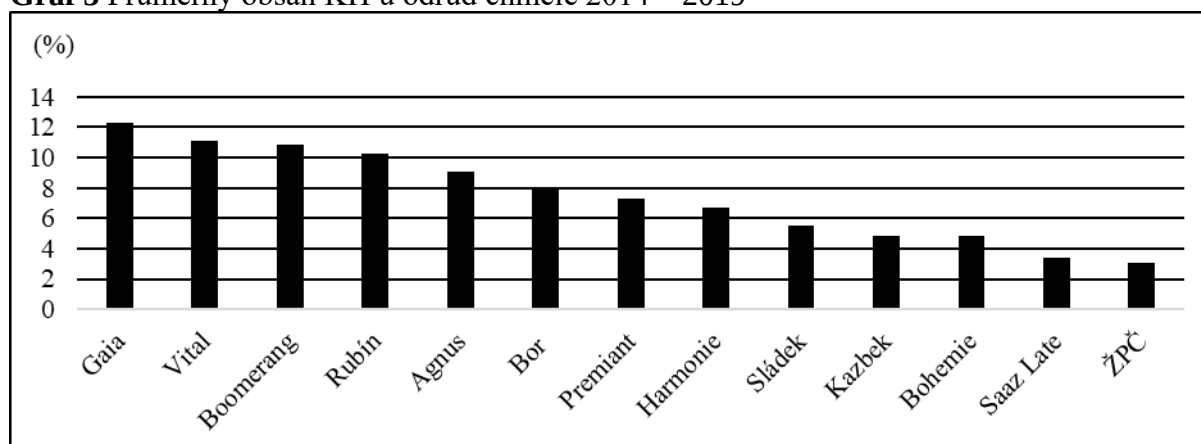


Nejnižší variabilitu ve výnosu chmele vykazují odrůdy Bor a Saaz Late (Graf 2). Pouze odrůda Boomerang měla v roce 2015 variabilitu u výnosu chmele pod 10 %. Naopak nejvyšší variabilitu má Gaia, která dokonce v roce 2018 dosáhla téměř 50 %. I podle variability, na základě t-testu, lze odrůdy rozdělit do 3 částí. Nejnižší variabilitu vykazují odrůdy Bor, Saaz Late, Saaz a Sládek. Druhou skupinu tvoří odrůdy Boomerang, Vital, Kazbek, Bohemie, Harmonie, Rubín, Premiant a Agnus a to s variabilitou 23,26 % až 28,97 %. Průkazně nejvyšší variabilitu vykazuje odrůda Gaia. Z tolerantních odrůd k *Verticillium nonalfalfae* vykazuje odrůda Sládek průkazně nižší variabilitu výnosu chmele než odrůdy Vital, Kazbek a Agnus.

Graf 2 Průměrná variabilita u výnosu chmele 2014 - 2019

Nesvadba V. a Charvatova J. (2019) hodnotili výkonnosti vybraných odrůd chmele v letech 2014 až 2018 u vybraných světových odrůd chmele v rámci šlechtění na odolnost k *Verticillium*. Výsledky jsou mírně odlišné, protože Výnos chmele je v rozpětí 0,96 kg/rostlinu (Bramling Cross) až 3,35 kg/rostlinu (Pilgrim). České odrůdy vykazují rozpětí 1,85 kg/rostlinu (Saaz) až 3,17 kg/rostlinu (Gaia). V rámci hodnocení variability výnosu chmele je rozpětí vyšší a to 15,87 % (Pioneer) až 51,39 % (Pilgrim). Variabilita u českých odrůd je 20,56 % (Bor) až 34,33 % Gaia. Z výsledků je patrné, že některé zahraniční odrůdy jsou nevhodné pro podmínky České republiky, protože mají variabilitu u výnosu chmele and 40 % (Pilgrim, Pilot a Aurora).

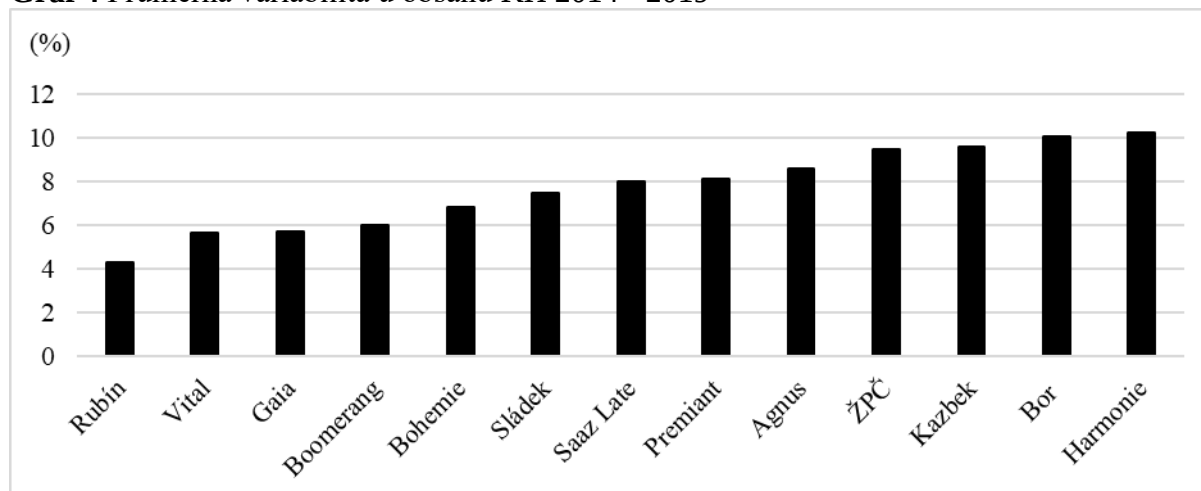
Průkazně nejvyšší obsah KH má odrůda Gaia a to 12,30 % (Graf 3). Nad hranici obsahu KH 10 % jsou odrůdy Vital, Boomerang a Rubin, které s 99% pravděpodobností vykazují průkazně vyšší obsah KH než ostatní odrůdy. Statistická průkaznost u obsahu KH nebyla stanovena mezi odrůdami Vital, Boomerang a Rubin. Též nebyla stanovena průkaznost rozdílu u obsahu KH mezi odrůdami: Bor – Premiant, Kazbek – Bohemie a Saaz Late – ŽPČ. Ostatní odrůdy vykazují průkazně rozdílný obsah KH. Nejnížší obsah KH mají Saaz (3,06 %) a Saaz Late (3,42 %). Z tolerantních odrůd k *Verticillium nonalfalfae* vyazuje odrůda Vital průkazně vyšší obsah KH než tolerantní odrůdy Agnus, Sládek a Kazbek. Zajímavé, že obsah KH u všech českých odrůd chmele má nižší variabilitu než výnos chmele. Pravděpodobně je tento znak méně ovlivněn vlivem prostředí než výnos chmele.

Graf 3 Průměrný obsah KH u odrůd chmele 2014 – 2019

Variabilita obsahu KH u českých odrůd chmele je nižší než variabilita výnosu. Výsledky potvrzují, že je tento znak více ovlivněn genetickým založením než prostředím. Průkazně nejnížší variabilitu 4,28 % má odrůda Rubin (Graf 4). Z výsledků je patrné, že velmi nízkou variabilitu vykazují odrůdy Vital, Gaia, Boomerang a Bohemie. Průkazně

nejvyšší variabilitu vykazuje skupina odrůd Saaz Late, Premiant, Agnus, Saaz, Kazbek, Bor a Harmonie (mezi těmito odrůdami nebyla stanovena průkaznost rozdílu). Z tolerantních odrůd k *Verticillium nonalfalfae* vykazuje odrůda Vital průkazně nižší variabilitu obsahu alfa kyselin než odrůdy Sládek, Agnus a Kazbek.

Graf 4 Průměrná variabilita u obsahu KH 2014 - 2019



Z publikovaných výsledků Nesvadba V. a Charvátova J. (2019) je patrné, že zahraniční odrůdy vykazují výrazně vyšší variabilitu obsahu alfa kyselin, která je 12.48 % (Target) až 46.86 % (Bobek). Z výsledků je zřejmé, že odrůdy s variabilitou nad 20 % (Bramling Cross, Savinsky Golding, Aurora, Bobek, First Gold, Pilot, Cascade, Phoenix a Pilgrim) nejsou vhodné pro pěstování v České republice.

Závěr

Dosažené výsledky poukazují, že není důležitá pouze výkonnost, ale také stabilita výkonnosti. Odrůda Gaia vykazuje nejvyšší výnos chmele, ale současně i nejvyšší variabilitu výnosu. Výnos je v rozmezí 1,96 až 2,96 t/ha. Odrůda Bor vykazuje nižší výnos chmele, ale stabilnější a rozmezí 1,80 až 2,40 t/ha. Nejvyšší stabilitu výnosu chmele vykazují odrůdy Bor, Saaz Late, Saaz, Sládek, Boomerang a Vital. Obsah alfa hořkých kyselin je dán typem odrůdy. Samozřejmě, že hořké odrůdy Gaia, Vital, Boomerang, Rubin a Agnus mají vyšší obsah než aromatické odrůdy. Z pohledu obsahu je nutné preferovat stabilitu obsahu alfa kyselin. Nejvyšší stabilitu vykazují odrůdy Rubin, Vital, Gaia, Boomerang a Bohemie. Z celkového hodnocení je nejlepší odrůda Vital. Získané výsledky jsou velmi důležité pro pěstitelskou praxi a obchodníky s chmelem.

Výsledky jsou důležité též z pohledu šlechtění chmele na odolnost k *Verticillium*. První testy poukazují, že odrůdy Agnus, Vital i Sládek vykazují střední toleranci. Všechny tři odrůdy vykazují střední stabilitu ve výnosu chmele i obsahu alfa kyselin. Všechny odrůdy jsou vhodné pro zařazení do šlechtitelského programu na odolnost k *Verticillium*. Střední odolnost vykazuje i Kazbek, ale vykazuje vyšší variabilitu u obsahu alfa kyselin.

Literatura

1. FLAJSMAN M., MANDELIC S., RADÍŠEK S., JAVORNIK B, 2017: Xylem sap extraction method from hop plants. Boi-protocol Vol. 7.
2. KROFTA, K., 2008: Hodnocení kvality chmele 4/08, Metodika pro praxi 4/2008, Chmelařský institut Žatec.

3. LUTZ K., EURINGER S., SEIGNER E., VON TUCHER S., 2019: Effect of lethal hop wilt strains (*Verticillium nonalfalfae*) and different nitrogen fertilizer levels on the indicator plant eggplant (*Solanum melongena* L.). Proceedings of the Scientific-Technical Commission, Bischoffsheim, Alsace, France 07-11 July 2019: 42-44
4. NESVADBA, V., KROFTA, K.; 2003: Practical knowledge and criteria influencing effectivity of breeding process in the CR. International Hop Growers Convention, Proceedings of the Scientific Commission, Dorna - Žalec, Slovenia 24 - 27 June 2003: 101 – 105
5. NESVADBA, V., PATZAK, J., 2006: Šlechtění chmele na odolnost k padlí chmelovému (*Podosphaera macularis*). Sborník přednášek Nové poznatky z genetiky a šlechtění
6. NESVADBA V., BRYNDA M., HENYCHOVÁ A., JEŽEK J., KOŘEN J., KROFTA K., MALÍŘOVÁ I., PATZAK J., POLONČÍKOVÁ Z., SVOBODA P., VALEŠ V., VOSTŘEL J., 2013.: Development and tradition of Czech hop varieties.. Chmelařský institut s.r.o. Žatec.
7. NESVADBA, V., CHARVÁTOVÁ, J., 2019: Hodnocení výkonnosti a variability odrůd chmele s tolerancí k *Verticillium nonalfalfae*. Úroda 11/2019: 78 – 81
8. RADÍŠEK S.: *Verticillium* wit. In: Mahaffee W.F., Pethybridge S.J., Gent D.H (eds), Compendium of hop diseases and pests. APS Press, St. Paul: 33-36
9. WILLAERT L., DEBODE J., RADÍŠEK S., HEUNGENS K. 2019: Molecular detection of *Verticillium nonalfalfae*. Proceedings of the Scientific-Technical Commission, Bischoffsheim, Alsace, France 07-11 July 2019: 45

Poděkování

Tento příspěvek byl zpracován v rámci výzkumného projektu EUREKA LTE218 „Creation of genotypes of hops resistant to *Verticillium nonalfalfae* suitable for growing both in the Czech Republic and within the European Union“, který podporuje MŠMT.

Kontaktní adresa

Ing. Vladimír Nesvadba, Ph.D., Chmelařský institut spol. s r.o., Kadaňská 2525, 438 01 Žatec, Česká republika, Tel: +420 415 432 111, e-mail: nesvadba@chizatec.cz

SEKVESTRÁCIA UHLÍKA DO PÔDY POD TRÁVNÝMI PORASTMI

SEQUESTRATION OF SOC IN SOIL UNDER GRASSLANDS

Ján NOVÁK

SPU Nitra, Katedra rastlinnej výroby a trávnych ekosystémov

Abstract

We monitored 10 localities in Slovakia. The objective of our paper is to compare the sequestration of organic carbon into soils under the original unfertilized grasslands, the soils influenced by overfertilization by the organic fertilizers in the form of excrements and the soils after the ecological regeneration by the additional sowing. We took into consideration the reserve of C_{org} and N_t in soil. SOC content measured in the upper soil layers 0–20 cm varied from 1.58 to 3.43% at the extensive semi-natural grasslands and from 3.90 to 5.60% at the eutrophic soils. The statistical testing of the measured values proved the significant dependence of the content of organic carbon in soil (SOC) in the depth I and II on Exploitation (pasture/meadow). The content SOC depending on Exposure was significant only the the depth II. The impact of Exploitation on the content of N_t was significant in both depths of samplings depth I and depth II at the significance level $\alpha=0.05$. The positive correlation was not recorded between pH/KCl and other chemical factors (SOC, N_t , ratio C:N) in the soil samples under the grasslands. The correlation between SOC and N_t was detected in both depths of soil sampling depth I and II. In the other correlation relations there was non-significant dependence. The total evaluation indicates that the highest content of SOC was deposited on the unmanaged long-term eutrophic and ruderalized pastures fertilized with organic fertilizers (livestock excrements).

Keywords: grasslands, sequestration, soil organic carbon

Súhrn

Sledovali sme 10 lokalít na území Slovenska. Cieľom bolo porovnať ukladanie (sekvestráciu) organického uhlíka do pôd pod trávnyimi porastmi pôvodnými nehnosenými, ovplyvnenými prehnojením organickými hnojivami v podobe exkrementov a po ekologickej obnove prísevom. Vychádzali sme zo zásoby v pôde C_{org} a N_t . Sekvestrácia organického uhlíka v pôde na extenzívnych poloprírodných trávnych porastoch kolísala v rozmedzí 1,58 až 3,43 a na ruderalizovaných v rozmedzí od 3,90 do 5,60. Štatistickým testovaním nameraných hodnôt sme zistili štatisticky významnú závislosť obsahu organického uhlíka v pôde (SOC) I a II od využívania (pasienok/lúka). Obsah SOC v závislosti od expozície bol signifikantný len v hĺbke II. Vplyv využívania na obsah celkového dusíka bol signifikantný v oboch hĺbkach odberu I a II na hladine významnosti $\alpha=0,05$. Pozitívna korelácia nebola zaznamenaná medzi pH/KCl a ostatnými chemickými faktormi (SOC, N_t , pomer C : N) v pôdnych vzorkách pod trávnyimi porastmi. Korelácia medzi SOC a N_t bola zistená v oboch hĺbkach odberu pôdnych vzoriek I a II. V ostatných korelačných vzťahoch bola nesignifikantná závislosť. Z celkového hodnotenia vyplýva, že najvyšší obsah organického uhlíka do pôdy sa ukladal na ruderalných porastoch bez manažmentu, dlhodobo eutrofizovaných pasienkoch hnojených organickými hnojivami (výkalmi jalovic).

Kľúčové slová: trávny porast, sekvestrácia, organický uhlík v pôde

Úvod

Trávne porasty pokrývajú okolo 3,50 miliárd ha, čo predstavuje 26 % svetovej rozlohy, 70 % svetových poľnohospodárskych oblastí a obsahuje asi 20 % svetových zásob uhlíka v pôde (Conant, 2010). Ľudia sú na týchto zdrojoch trávnych porastov závislí od výroby potravín

a krmovín. Približne 20 % svetových pôvodných trávnych porastov sa zmenilo na obrábané oblasti, ale stále značná časť mlieka (27 %) a mäsa (23 %) vyprodukovaných na svete pochádza z trávnych porastov. V niektorých rozvojových krajinách predstavuje sektor chovu hospodárskych zvierat dokonca 50 – 80 percent HDP. Pasienky a lúky sú však teraz pod tlakom intenzívnejšej pastvy, najmä v rozvojových krajinách. Sú náchylné na zmenu podnebia a očakáva sa, že v nadchádzajúcich rokoch dodajú značné množstvo mäsa a mlieka. Pasenie na pasienkoch je kľúčovým prvkom živočíšnej výroby na celom svete (Bouwman et al., 2005). Poskytujú živobytie pre asi 1 miliardu najchudobnejších ľudí na svete a jednu tretinu globálneho príjmu bielkovín (Steinfeld et al., 2006). Aj keď berieme do úvahy historické straty, pasienkové plochy stále obsahuje významnú časť svetového organického uhlíka, takmer o 50 % viac, ako sa ukladá v lesoch na celom svete (FAO, 2007). Tieto zásoby uhlíka na pasienkoch sú náchylné na stratu pri konverzii na iné využívanie pôdy (Paustian et al., 1997).

V dôsledku predchádzajúcich postupov bolo 7,50 % svetových trávnych porastov degradovaných v dôsledku nadmerného pasenia. Mnohé sa zmenili v dôsledku premeny pôvodných trávnych porastov na obrábanú pôdu. Odstránenie veľkého množstva nadzemnej biomasy, nepretržitá intenzita chovu a zlé postupy pasenia sú dôležitými ľudskými faktormi, ktoré ovplyvňujú produkciu trávnych porastov a viedli k vyčerpaniu zásob uhlíka v pôde. Správne hospodárenie na trávnych plochách môže potenciálne zvrátiť historické straty uhlíka a vylúčiť jeho značné množstvá v pôde. Štúdie naznačili, že vhodnejšie systémy pasenia môžu viesť k väčšej produkcii krmovín, efektívnejšiemu využívaniu pôdných zdrojov a zvýšenej ziskovosti a obnove degradovanej pôdy (Pérez-Soba et al., 2007; Helming et al., 2008).

Trávne porasty v pásme lesa sa vznikli odstránením stromov a následným pasením zvierat. Nahradenie jedného typu vegetácie druhým znamená likvidáciu jednej a postupné zakladanie novej vegetácie. Je to postupný proces, ktorý kulminuje vyvrcholením pod vplyvom skutočnej kombinácie prítomných faktorov. Keď človek chová ovce a hovädzí dobytok, chráni ich pred mäsožravcami a umelo tak udržuje ekosystém, ktorého podstatnou črtou je rovnováha medzi trávnym porastom a pasúcimi sa zvieratami. Môže tiež zmeniť rovnováhu v prírode nielen kŕmením svojich zvierat na pasienkoch, ale čiastočne aj mimo nich, takže ich exkrementy predstavujú výživu pre trávne porasty prinesené zvonka, čím sa mení ich floristické zloženie. Antropogénne ekosystémy sa tak líšia od prírodných ekosystémov vyvinutých nezávisle na človeku. Základné formujúce sa procesy vegetácie sú rovnaké, ale smerujúce faktory, ktoré ich iniciujú sú direktívne (Tansley, 1935).

Multifunkčné poľnohospodársko-lesnícke systémy, niektoré z nich ako starodávne, sú spoločnou črtou krajiny na celom svete (Nair, 1993; Gibbon et al., 2008). Týmto systémom sa podarilo napodobniť prírodné ekosystémy (Lefroy et al., 1999). Integrované pestovanie stromov, plodín a chov zvierat prispeli k synergickým výhodám a vytvoreniu rozmanitej krajiny. Asbjornsen et al. (2013) preskúmali úlohu trvalej vegetácie v poľnohospodárskej krajine pri zlepšovaní ekosystémových služieb. Najmä poľnohospodárstvo môže kombinovať vysokú úroveň produktivity potravinovej bezpečnosti s environmentálnymi službami (Palma et al., 2007a). To môže zahŕňať ekosystémové služby, ako sú napríklad služby týkajúce sa biotopov (Burgess, 1999; McAdam et al., 2007; Reeg et al., 2009), regulácia podnebia prostredníctvom sekvestrácie CO₂ (Montagnini a Nair, 2004; Palma et al., 2007b) a ochrana pôdy a podzemných vôd (Lehmann et al., 1999; Palma et al., 2007b). Stromy v poľnohospodárskej krajine poskytujú veľmi atraktívne kultúrne scenérie (Junge et al., 2011).

Organická hmota v lesných pôdach má úplne iný charakter a prechádza veľmi odlišnými štádiami rozkladu. Pretože korene stromov žijú omnoho dlhšie ako korene bylín, množstvo organickej hmoty introdukovanej do pôdy rozpadom koreňov je relatívne malé v porovnaní s množstvom získaným z podstielky. Dalším kontrastným bodom je to, že podstielka

v lesných podmienkach dosahuje pomalšie štádium rozkladu humusu, ale potom je mineralizácia rýchlejšia. Z týchto dôvodov sú lesné pôdy chudobné na humus, ale často majú dobre vyvinuté vrstvy organickej hmoty ako medziprodukt medzi podstielkou a humusom ležiacim na povrchu. Obsah humusu v lesných pôdach je obyčajne nižší ako 125 ton na hektár v porovnaní s pôdami pod trávnyimi porastmi, kde môže byť až 1 500 ton na hektár (Daubenmire, 1947).

Oxid uhličitý (CO_2) je jedným z mnohých skleníkových plynov, ktorý udržiava teplo v atmosfére absorpciou tepla vyžarovaného zo zeme. Toto uviaznuté teplo vyvoláva skleníkový efekt. Zdroje uhlíka v pôde pod pasienkovými porastmi predstavujú najmenej 10 % z celkového množstva na svete, ostatné zdroje však tvoria až 30 % svetového uhlíka v pôde. Nadzemné vstupy do lesnej pôdy boli hlavným zdrojom pôdneho organického uhlíka (SOC), pričom korene stromov boli menej dôležitým zdrojom, pretože väčšina stromov vyrastala už roky a boli tu len malé zvyšky koreňov. Naopak, v pôde pod trvalými trávnyimi porastmi boli korene rastlín hlavným zdrojom SOC a zohrávali kľúčovú úlohu pri sekvestracii uhlíka v pôde (Garten 2009; Kätterer et al., 2011). Jobbágy a Jackson (2000) tiež naznačili, že miera rozkladu SOC z rozpadajúcich sa koreňov tráv je vyššia ako množstvo z odumierajúcich koreňov stromov.

Krajčovič a Ondrášek (2007) zistili v hĺbke 0 – 200 mm $172 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ na Krížnej a $331 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ pôdneho organického uhlíka (SOC) na Kráľovej holi. Z celkovej rastlinnej biomasy vytvorili korene pod trávnyim porastom najvyšší podiel hmotnosti (od 58 do 81%). Najvyšší podiel koreňov bol vo variante pasienom ovcami ($2\,590 \text{ g} \cdot \text{m}^{-1}$) v porovnaní s variantom pasieným jalovicami ($1242,50 \text{ g} \cdot \text{m}^{-1}$), podľa autorov Martincová, Čunderlik a Ondrášek (2014).

Teoreticky možno sekvestraciu organického uhlíka v pôde odhadnúť na základe rozdielu medzi existujúcim pôdnym organickým uhlíkom (SOC) a hodnotou saturácie SOC (Beare et al., 2014). Výsledky získané z monitorovania v 25 krajinách EÚ ukazujú, že 750 až 797 g C na 1 m^2 za rok ($750 \pm 150 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{rok}^{-1}$) NPP (Net Primary Productivity – čistá primárna produktivita) bola na extenzívnych plochách trávnych porastov. NPP bola o 20 % vyššia ako v ornej pôde a o 70 % vyššia ako v lesoch. V priebehu 100 rokov otepľovania môžu trávne porasty kompenzovať emisie metánu a N_2O asi 70 až 80 % z uloženého rezervoáru uhlíka v pôde. Trikrát alebo dokonca štyrikrát viac uhlíka sa ukladá v pôde pod trávnyim porastom v horských a subalpínskych zónach v porovnaní s pôdou v bežných lesoch (Ciais et al., 2010).

Materiál a metódy

2.1 Študijné lokality

Študovali sme lokality trávnych porastov na území Slovenska. Zahnuté boli extenzívne lúky bez hnojenia (1, 2, 3, 4, 6, 7): Chyzerovce, Jarok (Kopanice) a Kolíňany (Kolíňanský vrch) v Nitrianskom kraji, Gápel' (CHKO Strážovské vrchy), Suchý vrch (Kremnické vrchy) a pasienky v lokalite Diel (nad Ďubákovom, Slovenské rudohorie), lokality na pasienkoch CHKO Strážovské vrchy v Chvojnici (5) a v národných parkoch (8, 9, 10): Strungový príslop (NP Malá Fatra), Pod Kečkou (NAPANT) a Pod Ploská (národný park Veľká Fatra) bola v troch variantoch (tab. 1, 2):

a – extenzívny poloprírodný trávny porast (nehnojený),

b – narušený trávny porast dlhodobo eutrofizovaný, hnojený výkalmi hospodárskych

zvierat s dominanciou *Rumex obtusifolius* a *Urtica dioica* – bez manažmentu

c – narušený trávny porast dlhodobo eutrofizovaný, hnojený výkalmi

hospodárskych zvierat s dominanciou *Rumex obtusifolius* a *Urtica dioica*,

ktorý bol ekologicky obnovený prísevom 18 autochtónnych rastlín, kosený

dvakrát za vegetáciu (po odčerpaní prebytočných živín z pôdy nadzemnou

fytomasou,

po 10 rokoch od výsevu – fytoremediácia).

Prísev zahŕňal miešanku s druhmi: z tráv *Dactylis glomerata* (25 %), *Festuca pratensis* (10 %), *Phleum pratense* (10 %), *Poa pratensis* (10 %), *Festuca rubra* (5 %), *Trisetum flavescens* (5 %), z leguminóz *Trifolium repens* (15 %), *Trifolium pratense* (3 %), *Lotus corniculatus* (3 %), z ostatných bylín *Plantago lanceolata* (2 %), *Achillea millefolium* (2 %), *Carum carvi* (2 %), *Taraxacum officinale* (2 %), *Alchemilla vulgaris* (2 %), *Daucus carota* (1 %), *Acetosa pratensis* (1 %), *Leucanthemum vulgare* (1 %), *Prunella vulgaris* (1 %), spolu 3,44 g.m⁻².

2.2 Práca v teréne a laboratórne analýzy

Vzorky pôdy boli odoberané sondou z hĺbky pôdy 0 – 100 mm (I) a 101 – 200 mm (II) v množstve 0,50 kg z 3 opakovaní. Hodnoty pH v KCl (pH/KCl) sme stanovili potenciometricky. Humus (organická hmota) sme vypočítali vynásobením faktora 1,724 a organického uhlíka v pôde v % (Fiala et al., 1990). Z hodnôt SOC ($C_{org} = \text{humus} / 1,724$) podľa Tjurina (Arinuškina, 1961) a N_t podľa Kjeldahla (Peterburskij, 1963) sme vypočítali pomer C : N.

Stanovili sme percento pokryvnosti (% D) rastlinných druhov na vybraných 10 lokalitách s pasienkovým a lúčnym využívaním – odber v 3 opakovaniach 3-krát v priebehu vegetácie (jar, leto, jeseň). Na hodnotenie trávnych porastov – bonitáciu, ktorá vychádza z pokryvnosti (% D) a kŕmnych hodnôt jednotlivých druhov rastlín (FV) sme zvolili vzťah $EGQ = \Sigma D * FV / 8$ podľa Nováka (2004).

2.3 Štatistické analýzy

Opakované merania ANOVA sa použili na vyhodnotenie druhovej diverzity a údajov o funkčných skupinách. Analýza redundancie (RDA; Lepš a Šmilauer, 2003) v balíku CANOCO (Ter Braak a Šmilauer, 2002), po ktorej nasledoval permutačný test Monte Carlo, sa použila na vyhodnotenie trendov v zložení druhov rastlín na lokalitách. Všetky študované environmentálne faktory boli testované permutačným testom Monte Carlo s obmedzenými permutáciami ($P < 0,05$). Dátové údaje druhov RDA sa logaritmicke transformovali (Lepš a Šmilauer, 2003).

Štatistické testovanie dát bolo realizované v štatistickom programe OriginPro 9. Na posúdenie kontrastov hodnôt pôdneho humusu (H_m), pôdneho organického uhlíka (SOC), celkového dusíka (N_t) a pH sme použili jednofaktorovú analýzu ANOVA a využitím Tukey HSD-test. Testovanie kontrastov bolo realizované na úrovni faktorov využívania (pasienok/lúka), expozície a svahovitosti, na hladine významnosti $\alpha = 0,05$. Na posúdenie vzťahov medzi chemickými faktormi v pôde sme použili Pearsonovu korelačnú analýzu, ktorá bola testovaná na hladine významnosti $\alpha = 0,05$.

Výsledky a diskusia

Ekosystémy trávnych porastov zohrávajú rozhodujúcu úlohu v globálnom uhlíkovom cykle. Viac ako jedna tretina SOC (C_{org}) bola uložená v hornej vrstve pôdy (hĺbka 0 – 100 mm). Nadmerná zásoba živín v pôde, najmä N_t , zaťažuje životné prostredie nielen vizuálne (ruderalna vegetácia), ale spôsobuje aj eutrofizáciu pôdy. Ruderalizácia spôsobuje významné zníženie diverzity druhov rastlín (na úroveň 5 rastlinných druhov vo fytocenóze), vysokú produkciu nadzemnej fytomasy (5,97 – 7,78 t.ha⁻¹) a nízku kvalitu (EGQ). Hodnota EGQ bola znížená prítomnosťou jedovatých, škodlivých a tiež ruderalných neželaných druhov rastlín (ako monocenozy *Rumex* spp., *Urtica dioica*) na nadmerne prehnojených opustených lokalitách, na košariskách bývalých ovčích salašov a stádliskách jalovic (5, 8, 9 a 10). Na týchto plochách bol aj najmenej hodnotných druhov rastlín, ale aj pomerne vysoký obsah organického uhlíka v pôde (SOC), s čím súvisí aj H_m , N_t a C : N. Z celkového

hodnotenia vyplýva, že najvyšší obsah organického uhlíka do pôdy sa ukladal na ruderalných porastoch bez manažmentu, dlhodobu eutrofizovaných pasienkoch hnojených organickými hnojivami (exkrementmi jalovic). Nezistili sme signifikantne negatívny vplyv na sledované mikrobiálne parametre dlhodobého obhospodarovania horských pasienkov pôdneho typu kambizem v lokalitách Veľká Fatra, Malá Fatra a Nízke Tatry v porovnaní s pasienkami v lokalite Diel. Zmeny v chemických vlastnostiach pôdy ako je zvýšený obsah dusíka a draslíka, kyslá pôdna reakcia a nedostatok kyslíka, významne neovplyvnili celkové množstvo uhlíka mikrobiálnej biomasy (C_{mic}) v pôde, tak ako uvádza Javoreková et al. (2008).

Pomer C : N v hĺbke 0 – 100 mm kolísal v intervale od 9,35 do 14,94 v pôde pod pasienkami na lokalitách Pod Ploskou, Strungový príslop a Pod Kečkou. Sekvestrácia organického uhlíka v pôde (na extenzívnych poloprirodných trávnych porastoch kolísala v rozmedzí 1,58 až 3,43 a na ruderalizovaných v rozmedzí od 3,90 do 5,60) bola 2- až 3-krát vyššia v porovnaní s pôdou pod lesnou vegetáciou (zmiešaný les) na lokalite Diel. Cais et al. (2010) tvrdí, že v pôde pod trávnyimi porastmi je 3- alebo 4-krát vyšší obsah SOC v porovnaní s pôdou pod lesnou vegetáciou. Prichard et al. (2000) zaznamenali silný vplyv svahovitosti na sekvestráciu SOC v lesnej pôde subalpínskeho pásma v horách štátu Washington v USA. Koncentrácia SOC bola relatívne vyššia na severovýchodných svahoch v rozmedzí od 0,43 do 1,43 %, ako na juhozápadných svahoch v rozmedzí od 0,27 do 1,62 %.

Každé intenzívne využívanie spôsobilo zmenu v trávnom ekosystéme, čo sa prejavilo najmä poklesom pH a zvýšenou mineralizáciou (pokles N_t a SOC). Obsah dusíka v pôde (N_t) je jedným z ukazovateľov zásoby dusíka v pôde na výživu rastlín a úrodu nadzemnej fytohmoty, tak ako uvádza Bielek (1998). Nárast obsahu N_t a mierny pokles SOC znížil pomer C : N z hodnoty 8 – 9 : 1 na 5 – 6 : 1. Mnohí autori (De Ruiter et al., 1993; Števlíková a Kopčanová, 1996) poukazujú na to, že monolaterálne organické hnojenie, ktoré poskytuje dostatok uhlíka a energetických zdrojov pre pôdnu mikroflóru, spôsobuje mikrobiálnu imobilizáciu živín, najmä dusíka a jeho následnú stabilizáciu v humusových látkach. Po dlhšom čase by táto skutočnosť mohla mať za následok nedostatočnú mobilizáciu dusíka pre rastliny a mohla by sa prejavovať na znížení úrod.

Tab. 1 Stav pôdy pod trávnyimi porastmi

Číslo	Názov lokality	pH/KCl		H_m (%)		SOC (%)		N_t (%)		C : N	
		I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
1	Chyzerovce	6,45	6,45	4,21	3,19	2,44	1,85	0,25	0,18	9,76	10,27
2	Jarok	6,03	5,96	4,43	2,71	2,57	1,57	0,20	0,12	12,85	13,08
3	Kolíňany	5,77	5,70	4,64	2,84	2,69	1,65	0,18	0,11	14,94	15,00
4	Gápeľ	4,80	4,50	4,72	3,17	2,74	1,84	0,29	0,17	9,45	10,82
5a	Chvojnica	4,33	4,15	2,72	2,59	1,58	1,50	0,15	0,12	10,53	12,50
5b	Chvojnica	5,74	5,42	6,72	5,12	3,90	2,97	0,48	0,35	8,12	8,48
5c	Chvojnica	5,43	5,25	5,48	5,17	3,18	3,00	0,34	0,29	9,35	10,34
6	Suchý vrch	3,86	3,80	5,69	5,74	3,43	3,33	0,27	0,26	12,70	12,80
7	Diel	4,79	4,95	4,46	2,86	2,59	1,66	0,19	0,15	13,63	11,06
8a	Strungový príslop	4,82	4,44	4,08	3,79	2,37	2,20	0,23	0,20	10,30	11,00
8b	Strungový príslop	5,69	5,59	8,49	7,87	4,93	4,57	0,62	0,53	7,95	8,62

8c	Strungový príslop	5,08	5,27	7,96	7,13	4,62	4,14	0,50	0,39	10,22	10,61
9a	Pod Kečkou	3,85	3,84	5,55	4,73	3,22	2,75	0,26	0,22	12,38	12,50
9b	Pod Kečkou	4,74	4,65	8,86	7,41	5,14	4,30	0,70	0,49	7,34	8,77
9c	Pod Kečkou	4,11	4,55	8,36	6,82	4,85	3,96	0,43	0,33	11,28	12,00
10a	Pod Ploskou	6,04	5,84	5,13	3,67	2,98	2,13	0,25	0,17	11,92	12,52
10b	Pod Ploskou	5,36	5,07	9,65	8,33	5,60	4,83	0,63	0,53	8,88	9,11
10c	Pod Ploskou	6,00	5,97	9,22	7,20	5,35	4,18	0,47	0,37	11,38	11,57

Hĺbka I (0 – 100 mm), hĺbka II (101 – 200 mm), H_m – humus, SOC – pôdny organický uhlík, N_t – celkový dusík

a – extenzívny poloprírodný trávny porast (nehnojený),

b – narušený trávny porast dlhodobo eutrofizovaný, hnojený výkalmi hospodárskych zvierat s dominanciou *Rumex obtusifolius* a *Urtica dioica* – bez manažmentu

c – narušený trávny porast dlhodobo eutrofizovaný, hnojený výkalmi hospodárskych zvierat s dominanciou *Rumex obtusifolius* a *Urtica dioica*, ktorý bol ekologicky obnovený prísevom 18 autochtónnych rastlín, kosený dvakrát za vegetáciu (po odčerpaní prebytočných živín z pôdy nadzemnou fytomasou, po 10 rokoch od výsevu – fytoremediácia).

Tab. 2 Stav trávnych porastov nad úrovňou pôdy

Číslo	NV (m n. m.)	N	E	Exp.	Svaho- vitosť (°)	P/L	PD	Sušina (t.ha ⁻¹)	E _{GQ}
1	168	48° 35' 21"	18° 37' 22"	S	0	L	33	7,50	57,59
2	213	48° 27' 16"	17° 18' 59"	0	0	L	20	9,13	64,04
3	350	48° 34' 20"	18° 19' 18"	0	5	L	27	7,45	82,60
4	420	48° 53' 12"	18° 24' 53"	S	12	L	37	6,78	65,19
5a	586	48° 53' 39"	18° 32' 17"	SE	5	P	33	4,48	28,60
5b	586	48° 53' 39"	18° 32' 17"	SE	5	P	8	5,97	67,35
5c	586	48° 53' 39"	18° 32' 17"	SE	5	P	23	9,30	74,71
6	680	48° 44' 54"	19° 09' 23"	N	15	L	45	6,59	49,26
7	920	48° 25' 15"	19° 34' 26"	S	15 – 20	L	39	3,86	58,92
8a	936	49° 13' 12"	19° 08' 19"	NW	5	P	47	3,66	29,75
8b	936	49° 13' 12"	19° 08' 19"	NW	5	P	10	6,42	58,28
8c	936	49° 13' 12"	19° 08' 19"	NW	5	P	32	7,16	74,87
9a	1 126	48° 51' 22"	19° 14' 57"	N	9	P	59	3,70	27,37
9b	1 126	48° 51' 22"	19° 14' 57"	N	9	P	11	6,87	52,00
9c	1 126	48° 51' 22"	19° 14' 57"	N	9	P	31	7,58	72,75
10a	1 234	48° 56' 31"	19° 06' 37"	W	8	P	57	3,66	21,37
10b	1 234	48° 56' 31"	19° 06' 37"	W	8	P	4	7,78	46,75
10c	1 234	48° 56' 31"	19° 06' 37"	W	8	P	30	3,66	80,75

NV – nadmorská výška, N – zemepisná šírka, E – zemepisná dĺžka, Exp. – expozícia (N – sever, SZ – severozápad, W – západ, S – juh, SE – juhovýchod); PD – počet druhov, E_{GQ} – hodnotenie kvality trávnych porastov (bonitácia), P – pasienok, L – lúka

Obsah organického uhlíka v pôde ovplyvnený interakciami medzi typmi využívania

a hĺbkami pôdy sa pohybuje od 1,20 do 2,70 % v pôde pod hustým lesom. Celkový dusík v oboch hĺbkach pôdy sa pohybuje od 0,20 do 0,30 % (Berihu et al., 2017). Výsledky výskumu z amazonskej kotliny naznačujú, že premena lesa na pasienok vyvolala zvýšenie obsahu organického uhlíka v pôde (Desjardins et al., 2004). Rýchlosť oxidácie humusu v nenarušenom lese je podstatne nižšia, pretože opad nie je začlenený do pôdy a neprítomnosť fyzického narušenia vedie k pomalšiemu dýchaniu pôdy. V oboch hĺbkach pôdy bol pomer C : N pasienkov výrazne vyšší ako v lesnej pôde po hustým lesom (Feamside a Barbosa, 1998). Rozdiel v obsahu organickej hmoty a celkového dusíka bol výraznejší v hornej ako v spodnej hĺbke pôdy. Čím bližšie k povrchu pôdy, tým je väčší vplyv zmeny využívania pôdy na obsah uhlíka (Walker a Desanker, 2004). Konštatujeme, že z hľadiska podmienok na rast a reprodukciu mikrobiálnej biomasy bol trávny ekosystém priaznivejší. V hornej pôdnej vrstve pod trávny porastom sa hromadilo značné množstvo rastlinného opadu, ako aj nekrotické podzemné časti veľmi bohatého koreňového systému tráv a bylín. Podobnú úlohu zohrával vylučovaný koreňový exsudát, ktorý pozostával väčšinou z nízkomolekulárnych látok, mukolagénnych polysacharidov a lyzátov, tak ako uvádzajú Mawdsley a Bardget (1997).

Priemerné hodnoty organického uhlíka v černozemi na ornej pôde sa pohybovali od 0,42 do 0,12 % SOC. Priemerná hodnota N_t v pôdnom profile bola v intervale od 0,14 do 0,05 % a SOC od 1,17 do 0,32 %. Podiel C : N na sledovaných lokalitách v humusovom horizonte v priemere neprekročil hodnotu 8,50. Spolu s hĺbkou mali hodnoty N_t , SOC a C : N klesajúcu tendenciu (Javoreková, 2008). Hanes (1995) uvádza, že hodnota 1,88 % SOC pod úrodnou pôdou znamená vysoký obsah. Maková et al. (2011) zistili hodnotu SOC 1,35 % (pH/H₂O = 7,77, N_t = 0,16 %, C : N = 8,90) v ornej pôde (hnedozem, černozem, pseudoglej) v hĺbke do 0,48 m a hodnotu SOC 4,69 % (pH/H₂O = 5,67, N_t = 0,35 %, C : N = 13,20) v pôde pod pasienkovou vegetáciou (kambizem).. Táto skutočnosť naznačuje, že pôdy pod pasienkami mali ľahšie rozložiteľné organické zlúčeniny ako orné pôdy.

Na základe výsledkov Tesařová (1992) tvrdí, že pomer (C_{mic}/C_{org}) závisí od typu ekosystému. V lesných ekosystémoch sa pohybuje od 0,50 do 0,90 %, v agroekosystémoch od 0,30 do 4,80 % a v trávnych ekosystémoch od 1,30 do 4,60 %. V pôdach väčšiny prírodných ekosystémov a agroekosystémov je mikrobiálny uhlík koncentrovaný prevažne v biomase mikromycét. Pomer medzi biomasou mikromycét a baktérií sa pohybuje v intervale 3 až 5. Podľa Růžeka (1995) sa podiel (C_{mic}/C_{org}) pohyboval od 3 do 4 %. Najnižšie hodnoty boli zistené v slabej piesočnatej regozemi (2,80 %) a dlhodobom neleptanom kyslom piesku (3 %), najvyššie hodnoty v kambizemiach (4,80 až 5 %).

Wei et al. (2012) uvádzajú interval obsahu SOC od 0,68 do 0,99 % (sekundárny les) a od 1,79 do 2,04 % (obnovené trávne plochy) na čínskej plošine Loess (hĺbka pôdy 0 – 400 mm). Trikrát viac uhlíka sa vyskytoval v pôde pod trávny porastom v porovnaní s pôdou pod lesným porastom. Wasak, Drewnik (2015) uskutočnili výskumnú štúdiu v údolí Jaworzynka v Tatrách (Južné Poľsko; karpatský horský systém, od 1 200 do 1 220 m n. m.). Vo vápenatých pôdach (rendzické hyperskeletické leptosoly, hĺbka pôdy 0 – 420 mm) bol priemerný obsah SOC od 0,94 do 5,33 % (smrekovec lesný, *Larix* spp.) a od 2,79 do 6,20 % (horský trávny porast, ktorý bol od 16. storočia spásaný ovcami). V pôde pod trávny porastmi sa nachádzalo trikrát viac uhlíka v porovnaní s lesnou pôdou. Pomer C : N v smrekovcových lesoch (od 11,80 do 15,40) bol relatívne vyšší ako v pôdach pod horskými trávny porastmi (od 11,20 do 12,80). Horské trávne porasty sú zvyčajne bohaté na pôdny organický uhlík. Zvýšená hustota koreňov vykazuje v pôdach pod trávny porastmi vyšší primingový účinok na mineralizáciu uhlíka ako v lesných pôdach (Waldrop a Firestone, 2004).

Štatistickým testovaním nameraných hodnôt sme zistili štatisticky významnú závislosť obsahu celkového organického uhlíka v pôde (SOC) v hĺbke I ($F = 5,094$; $p = 0,0384$)

a taktiež aj v hĺbke II ($F = 8,101$; $p = 0,0112$) od využívania na hladine významnosti $\alpha=0,05$. Obsah SOC v závislosti od expozície bol signifikantný len v hĺbke II ($F = 3,112$; $p = 0,0497$). Nesignifikantná závislosť od expozície bola zistená v hĺbke I ($F = 1,979$; $p = 0,1544$). Vplyv expozície na obsah N_t nebol zistený v žiadnej hĺbke odberu pôdnych vzoriek. Naopak vplyv využívania na obsah N_t bol signifikantný v oboch hĺbkach odberu: hĺbka I ($F = 6,612$; $p = 0,0205$), hĺbka II ($F = 7,946$; $p = 0,0124$) na hladine významnosti $\alpha=0,05$. Testovaním hodnôt výmennej pôdnej reakcie pH/KCl sme nezistili ich závislosť od pozorovaných faktorov (využívanie, expozícia, svahovitosť). Pozitívna korelácia nebola zaznamenaná medzi pH/KCl a ostatnými chemickými faktormi (SOC, N_t , C : N) v pôdnych vzorkách nadzemnej fytomasy trávnych porastov. Korelácia medzi SOC a N_t bola zistená v oboch hĺbkach odberu pôdnych vzoriek: hĺbka I ($r = 0,91868$; $p < 0,05$) a hĺbka II ($r = 0,95764$; $p < 0,05$). Výsledky Pearsonovej korelačnej analýzy sú spracované v tabuľke 3.

Tab. 3 Korelačné vzťahy medzi chemickými faktormi v pôde pod trávnatými plochami

	pH/KCl I	pH/KCl II	Hm I	Hm II	SOC I	SOC II	N _t I	N _t II	C : N I	C : N II
pH/KCl I		r = 0,96742 p < 0,05	r = 0,04655 p > 0,05	r = - 0,09213 p > 0,05	r = 0,03635 p > 0,05	r = - 0,09253 p > 0,05	r = 0,08075 p > 0,05	r = 0,01862 p > 0,05	r = - 0,11036 p > 0,05	r = - 0,15698 p > 0,05
pH/KCl II			r = 0,1086 p > 0,05	r = - 0,04703 p > 0,05	r = 0,0982 p > 0,05	r = - 0,04725 p > 0,05	r = 0,08964 p > 0,05	r = 0,0262 p > 0,05	r = - 0,02063 p > 0,05	r = - 0,09908 p > 0,05
Hm I				r = 0,95327 p < 0,05	r = 0,99969 p < 0,05	r = 0,9533 p < 0,05	r = 0,92081 p < 0,05	r = 0,91776 p < 0,05	r = - 0,44592 p > 0,05	r = - 0,51411 p < 0,05
Hm II					r = 0,95657 p < 0,05	r = 1 p < 0,05	r = 0,91274 p < 0,05	r = 0,95784 p < 0,05	r = - 0,52177 p < 0,05	r = - 0,55293 p < 0,05
SOC I						r = 0,95659 p < 0,05	r = 0,91868 p < 0,05	r = 0,91816 p < 0,05	r = - 0,44078 p > 0,05	r = - 0,50928 p < 0,05
SOC II							r = 0,91253 p < 0,05	r = 0,95764 p < 0,05	r = -0,5212 p < 0,05	r = - 0,55244 p < 0,05
N _t I								r = 0,97433 p < 0,05	r = - 0,72111 p < 0,05	r = - 0,74786 p < 0,05
N _t II									r = - 0,68729 p < 0,05	r = - 0,73555 p < 0,05
C : N I										r = 0,89946 p < 0,05
C : N II										

Záver

Ukladanie organického uhlíka do pôd pod trávnyimi porastmi závisí od množstva vyprodukovanej nadzemnej fytoomasy. Vegetácia a najmä opad koreňov a nadzemnej fytoomasy obohacujú pôdu o organickú biomasu. Ukladanie organického uhlíka do pôdy (SOC) je podľa výsledkov na 10 sledovaných lokalitách a výsledkov mnohých autorov nižšie v pôdach pod lesnými porastmi, ako v pôdach pod trávnyimi porastmi, s čím súvisí dlhodobý opad bohatého koreňového systému tráv, leguminóz a ostatných bylín a opad zvyškov nadzemnej fytoomasy. Pomerne vysoký bol v eutrofizovaných pôdach pod ruderalizovanými trávnyimi porastmi. Najvyšší obsah organického uhlíka bol uložený do pôdy na ruderalizovaných a dlhodobých eutrofizovaných pasienkoch bez manažmentu s dominanciou *Rumex obtusifolius* a *Urtica dioica*, hnojených organickými hnojivami (výkaly jalovíc), kde sa zvyšky nadzemnej fytoomasy zhromažďovali na povrchu pôdy a na konci vegetačného obdobia prechádzali mineralizáciou. Najnižší obsah organického uhlíka v pôde bol na nehnojených extenzívnych trvalých trávnych porastoch, s čím súvisí aj obsah H_m , N_t a pomer C : N.

Literatúra

1. ASBJORNSEN, H. – HERNANDEZ S.V. – LIEBMAN, M. – BAYLA, J. – CHEN, J. – HELMERS, M. – ONG, C.K. – SCHULTE, L.A.: Targeting perennial vegetation in agricultural landscapes for enhancing ecosystem services. *Renew. Agric. Food Syst.*, 2013, 29 (2): 101–125.
2. ARINUŠKINA, E.: Rukovodstvo po chimičeskom analizu počv. Moskva: Izdatel'stvo Moskovskovo universiteta. 1961.
3. BEARE, M.H. – McNEILL, S.J. – CURTIN, D. – PARFITT, R.L. – JONES, H.S. – DODD, M.B. – SHARP, J.: Estimating the organic carbon stabilization capacity and saturation deficit of soils: a New Zealand case study. *Biogeochemistry*, 2014, 120: 71–87.
4. BERIHU, T. – GIRMAY, G. – SEBHATLEAB, M. – BERHANE, E. – ZENEBE, A. – SIGUA, G.C.: Soil carbon and nitrogen losses following deforestation in Ethiopia. *Agron. Sustain. Dev.*, 2017, 37: 1.
5. BIELEK, P.: Dusík v poľnohospodárskych pôdach Slovenska. Bratislava: VUPOP, 1998.
6. BOUWMAN, A.F. – VAN DER HOEK, K.W. – EICKHOUT, B. – SOENARJO, I.: Exploring changes in world ruminant production systems. *Agric. Syst.*, 2005, 84: 121–153.
7. CIAIS, P. – SOUSANNA, J.F. – VUICHARD, N. et al.: The green house gas balance of European grasslands. *Biogeosciences Discuss.*, 2010, 7: 5992–6050.
8. BURGESS, P. J.: Effects of agroforestry on farm biodiversity in the UK. *Scott. For.*, 1999, 53 (1): 24–27.
9. CONANT, R.T.: Challenges and opportunities for carbon sequestration in grassland systems: A technical report on grassland management and climate mitigation. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2010.
10. DAUBENMIRE, R.F. Plants and environment. A textbook of plant autoecology. New York: John Wiley and Sons, Inc., London: Chapman and Hall, Ltd., 1947.
11. DE RUITER, P.C. – VAN VEEN, J.A. – MOORE, J.C. – BRUSSAARD, L. – HUNT, H.W.: Calculation of nitrogen mineralization in soil Food webs. *Plant and Soil*, 1993, 157 (2): 263–273.
12. DESJARDINS, T. – ANDREUX, F. – VOLKOFF, B. – CERRI, C. C.: Organic carbon and C contents in soils and soil size-fractions, and their change due to deforestation and pasture installation in eastern Amazonia. *Geoderma*, 2004, 61: 103–118.
13. FAO.: State of world's forests 2007. Food and Agricultural Organization of the United Nations, Rome, Italy, 2007.

14. FEAMSIDE, P.M. – BARBOSA, I.R.: Soil carbon changes from conversion of forest to pasture in Brazilian Amazonia. *For Ecol Manag.*, 1998, 108: 147–166.
15. GIBON, A. – SHEEREN, D. – MONTEIL, C. – LADET, S. – BALENT, G.: Modelling and simulating change in reforesting mountain landscape using a social-ecological framework. *Landscape Ecol.*, 2010, 25: 267–285.
16. HANES, J.: Antropogénne vplyvy na vlastnosti poľnohospodárskych pôd. Nitra: VŠP, 1995.
17. HELMING, K. – PEREZ-SOBA, M. – TABBUSH, P.: Sustainability Impact Assessment of Land Use Changes. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2008.
18. JAVOREKOVÁ, S. – KRÁLIKOVÁ, A. – LABUDA, R. – LABUDOVÁ, S. – MAKOVÁ, J.: *Biológia pôdy v agroekosystémoch*. Nitra: SPU, 2008.
19. JOBBÁGY, E.G. – JACKSON, R.B.: The vertical distribution of soil organic carbon and its relation to climate and vegetation. *Ecological Applications*, 2000, 10 (2): 423–436.
20. JUNGE, X. – LINDEMANN-MATTIES, P. – HUNZIKER, M. – SCHÜPBACH, B.: Aesthetic preferences of non-farmers and farmers for different land-usetypes and proportions of ecological compensation areas in the Swiss lowlands. *Biol. Conserv.*, 2011, 144 (5): 1430–1440.
21. KÄTTERER, T. – BOLINDER, M. A. – ANDRÉN, O. – KIRCHMANN, H. – MENICHETTI, L.: Roots contribute more to refractory soil organic matter than above-ground crop residues, as revealed by a long-term field experiment. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 2011, 141 (1–2): 184–192.
22. KRAJČOVIČ, V. – ONDRÁŠEK, L.: Príspevok k problematike uhlíkového komplexu v pôdach prírodných, poloprírodných a dočasných trávnych porastov SCPV – Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva, Banská Bystrica. In: *Funkcia uhlíka v pôde pri ochrane pôdy a produkcii biomasy*. Zborník referátov z vedeckej rozpravy XXX. Valného zhromaždenia Slovenskej akadémie pôdohospodárskych vied (SAPV), č. 56. Nitra: SCPV, 64–71, 2007.
23. LEFROY, E.C. – HOBBS, R.J. – O’CONNOR, M.H. – PATE, J. S.: What can agriculture learn from natural ecosystems? In: LEFROY, E. C. – HOBBS, R. J. – O’CONNOR, M. H. – PATE, J. S. (eds). *Agriculture as a mimic of natural ecosystems. Current plant science and biotechnology in agriculture (37)*. London: Kluwer Academic Publishers, 479–492, 1999.
24. LEPŠ, J. – ŠMILAUER, P.: *Multivariate analysis of ecological data using CANOCO*. Cambridge: University Press, 2003.
25. MAKOVÁ, J. – JAVOREKOVÁ, S. – MEDO, J. – MAJERČÍKOVÁ, K.: Characteristics of microbial biomass carbon and respiration activities in arable soil and pasture grassland soil. *Journal of Central European Agriculture*, 2011, 12 (4): 745–758.
26. MARTINCOVÁ, J. – ČUNDERLIK, J. – ONDRÁŠEK, L.: Vertikálna štruktúra uhlíka v diferencovane obhospodarovanom trávnom poraste. In: *Lúkarstvo a pasienkárstvo na Slovensku*. NPPC-VÚTPHP Banská Bystrica, 8 (1): 34–38, 2014.
27. MAWDSLEY, J.Z. – BARDGETT, R.D.: Continuous defoliation of perennial ryegrass (*Lolium perenne*) and white clover (*Trifolium repens*) and associated changes in the composition and activity of the microbial population of an upland grassland soil. *Biology and Fertility of Soils*, 1997, 24, 52–58.
28. McADAM, J.H. – SIBBALD, A.R. – TEKLEHAIMANOT, Z. – EASON, W.R.: Developing silvopastoral systems and their effects on diversity of fauna. *Agrofor. Syst.*, 2007, 70: 81–89.
29. MOONTAGNINI, F. – NAIR, P.K.R.: Carbon sequestration: an under exploited environmental benefit of agroforestry systems. *Agrofor. Sys.*, 2004, 61: 281–295.
30. NAIR, P.K.R.: *An introduction to agroforestry*. Dordrecht: Kluwer Acad. Publ., 1993.

31. NOVÁK, J.: Evaluation of grassland quality. *Ekológia*, 2004, 23 (2): 127–143.
32. PALMA, J.H.N. – GRAVES, A.R. – BUNCE, R.G.H. – BURGESS, P.J. – DE FILIPPI, R. – KEESMAN, K.J. – VAN KEULEN, H. – LIAGRE, F. – MAYUS, M. – MORENO, G. – REISNER, Y. – HERZOG, F.: Modeling environmental benefits of silvoarable agroforestry in Europe. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 2007a, 119: 320–334.
33. PALMA, J.H.N. – GRAVES, A.R. – BURGESS, P.J. – VAN DER WERF, W. – HERZOG, F.: Integrating environmental and economic performance to assess modern silvoarable agroforestry in Europe. *Ecol. Econ.*, 2007b, 63: 759–767.
34. PAUSTIAN, K. – COLLINS, H.P. – PAUL, E.A.: Management controls on soil carbon. In: PAUL, E.A. – PAUSTIAN, K. – ELLIOT, E.T. – COLE, C.V. (eds.): *Soil organic matter in temperate agroecosystems*. Boca Raton Florida, USA: CRC Press, 1997.
35. PETERBURSKIJ, A.V.: *Praktikum po agronomičeskoj chimii*. Moskva: Izd. Sel'skochozjejsvennoj literatury, žurnalov a plakatov, 1963.
36. PRICHARD, S.J. – PETERSON, D.L. – HAMMER, R.D.: Carbon distribution in sub-alpine forests and meadows of the Olympic Mountain, Washington. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 2000, 64: 1834–1845.
37. REEG, T. – HAMPEL, J. – HOHLFELD, F. – MATHIAK, G. – RUSDEA, E.: Agroforstsysteme aus Naturschutzsicht – Chancen und Einschränkungen. In: REEG, T., BEMMANN, A. – KONOLD, W. – MURACH, D. – SPIECKER, H. (eds): *Anbau und Nutzung von Bäumen auf landwirtschaftlichen Flächen*. Weinheim: Wiley-VCH Verlag GmbH a. Co. KGaA, 2009.
38. RŮŽEK, L.: Soil microbial biomass-C and mathematical model for top soil evaluation. *Rostl. Výr.*, 1995, 41: 415–422
39. STEINFELD, H. – GERBER, P. – WASSENAAR, T. – CASTEL, V. – ROSALES, M. – HAAN, C.: *Livestock's long shadow: environmental issues and options*. Food and Agricultural Organization of the United Nations, Rome, Italy.
40. ŠTEVLÍKOVÁ, T. – KOPČANOVÁ, L.: Transformácia dusíka v pôde pri rôznych systémoch obrábania. In: *Zborník: Environmentálne problémy súčasného poľnohospodárstva*, Nitra: VŠP, 1996.
41. TANSLEY, A.G.: The use and abuse of vegetational concept and terms. In: Tansley, A. G. (1935) *Ecology*, 1935, 16 (3): 303–304.
42. TERBRAAK, C.J.F. – ŠMILAUER, P.: *CANOCO Reference Manual and Cano Draw for Windows User's Guide: Software for Canonical Community Ordination (version 4.5)*. Ithaca, NY, USA: Microcomputer Power, 2002.
43. TESAŘOVÁ, M.: Biomasa mikroorganizmů. In: *Metody stanovení mikrobiální biomasy*. Praha: ČSZ VÚRV, 1992.
44. WALDROP, M.P. – FIRESTONE, M.K.: Microbial community utilization of recalcitrant and simple carbon compounds: impact of oak-woodland plant communities. *Oecologia*, 2004, 138: 275–284.
45. WALKER, M.S. – DESANKER, P.V.: The impact of land use on soil carbon in Miombo woodlands of Malawi. *For Ecol Manag.*, 2004, 203: 345–360.
46. WASAK, K. – DREWNIK, M.: Land use effects on soil organic carbon sequestration in calcareous Leptosols in former pasture land – a case study from the Tatra Mountains (Poland). *Solid Earth*, 2015, 6: 1103–1115.
47. WEI, J. – CHENG, J. – LI, W. – LIU, W.: Comparing the effect of naturally restored forest and grassland on carbon sequestration and its vertical distribution in the Chinese Loess Plateau. *PLoS ONE*, 2012, 7(7): e40123.

Kontaktná adresa

prof. Ing. Ján Novák, PhD, SPU, FAPZ, Katedra rastlinnej výroby a trávnych ekosystémov, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail: jan.novak@uniag.sk

VPLYV RASTLINNÝCH DRUHOV A ICH KVALITY NA SEKVESTRÁCIU SOC V PÔDE IMPACT OF PLANT SPECIES AND THEIR QUALITY ON SEQUESTRATION OF SOC IN SOIL

Ján NOVÁK

SPU Nitra, Katedra rastlinnej výroby a trávnych ekosystémov

Abstract

Soil carbon sequestration plays an important role in mitigating of the anthropogenic increases in atmospheric carbon dioxide concentrations. Pastures and meadows are the significant localities for the deposition of soil organic carbon (SOC). The objective was the comparison of the impact of plant species and their quality on the sequestration of SOC under the grasslands in 10 localities of meadows and pastures at the original unfertilized soils, the overfertilized soils by organic fertilizers in the form of excrements and the soils after the ecological regeneration by regrassing. We took E_{GQ} into consideration the deposits of SOC and N_t soil. The plots 5, 8, 9 and 10 were used on a long-term basis as old semi-natural sheep pastures from the 16 century, were eutrophicated with heifer feces. These pastures proved the most intensive transformation and accumulation of SOC (even 5.60%) and the highest values were measured in the depth I (0 – 100 mm) soil layer, the concentrations decreased along with the depth in all treatments. At these plots there was the lowest yield of dry matter and quality (E_{GQ}). The yield of dry matter in $t \cdot ha^{-1}$, the number of species, E_{GQ} and C:N in the depth I with the significant impact on the species variability which were selected by Monte-Carlo permutation test explain up to 47% of the total variability. According to the result of "forward selection" in RDA analysis, out of all significant factors the number of species has the biggest impact on the total species variability, which represents 17% of the total variability. The total evaluation indicates that from the agricultural aspect, especially in terms of utilization and evaluation of the quality, a more favourable quite high content of SOC was deposited at the ecologically regenerated grasslands by the additional sowing of the valuable and high value autochthonous plant species, although the sequestration of organic carbon was slightly lower than in unmanaged areas.

Keywords: grassland, plant species, quality, sequestration, SOC

Súhrn

Sekvestrácia uhlíka v pôde hrá dôležitú úlohu pri zmierňovaní antropogénneho zvyšovania koncentrácie oxidu uhličitého v atmosfére. Pásienky a lúky sú významnými lokalitami pre ukladanie organického uhlíka v pôde (SOC). Cieľom bolo porovnanie vplyvu rastlinných druhov a ich kvality na sekvestráciu SOC pod trávnyimi porastmi v 10 lokalitách lúk a pasienkov na pôvodných nevyužívaných pôdach, nadmerne hnojených organickými hnojivami vo forme výkalov a pôdy po ekologickej obnove opätovným zatrávnením. Sledovali sme E_{GQ} a ukladanie SOC a N_t v pôde. Lokality 5, 8, 9 a 10 sa dlhodobo využívali ako staré poloprirodné ovčie pasienky od 16. storočia boli eutrofizované výkalmi jalovic. Tieto plochy preukázali najintenzívnejšiu transformáciu a akumuláciu SOC (až 5,60 %) a najvyššie hodnoty boli namerané v pôdnej hĺbke I (0 – 100 mm), koncentrácie klesali spolu s hĺbkou na všetkých skúmaných plochách. Na týchto lokalitách bola najnižšia úroda sušiny a kvality (E_{GQ}). Úroda sušiny v $t \cdot ha^{-1}$, počet druhov, E_{GQ} a C : N v hĺbke I s výrazným vplyvom na variabilitu druhov, ktoré boli vybrané permutačným testom Monte Carlo, vysvetľuje až 47 % celková variabilita. Podľa výsledku „forwardového výberu“ v analýze RDA má zo všetkých významných faktorov najväčší vplyv na celkovú variabilitu druhov

počet druhov, čo predstavuje 17 % celkovej variability. Celkové hodnotenie naznačuje, že z poľnohospodárskeho hľadiska, najmä z hľadiska využívania a bonitácie, sú najvýhodnejšie ekologicky obnovené plochy trávnych porastov výsevom hodnotných a vysokohodnotných autochtónnych druhov rastlín, aj keď sekvestrácia organického uhlíka bola o niečo nižšia ako na plochách bez manažmentu.

Kľúčové slová: trávny porast, rastlinný druh, kvalita, sekvestrácia, SOC

Úvod

Pasienky a lúky predstavujú približne 40 % zemskej rozlohy a zohrávajú kľúčovú úlohu v globálnom cykle uhlíka (Wang a Fang, 2009). Potenciál trávnych porastov ako zachytávača uhlíka je v Európe obrovský. EÚ (28 krajín) má v súčasnosti trvale zatravnené plochy s rozlohou približne 60 miliónov hektárov (Eurostat, 2019). Trvalé trávne porasty pokrývajú 33 % z celkovej využívanej poľnohospodárskej plochy. Zvyšky rastlín a živočíšne výkaly zásobujú nepretržite pôdu, ktorá obsahuje značné množstvo organického uhlíka. V trávnych porastoch sa v pôdných organických látkach ukladá podstatne viac uhlíka ako v nadzemnej fytomase. Sekvestrácia uhlíka pod trávnyimi porastmi je jednou z mnohých ekosystémových služieb. Preto by mohla byť potenciálne veľkým prispievateľom k zmierneniu skleníkových plynov, čím by poskytovala riešenie globálneho problému zmeny klímy. Väčšina trávnych porastov však trpí stratami uhlíka v dôsledku antropogénnych disturbancií. Úložný podzemný priestor na ukladanie uhlíka predstavuje dvojnásobné až štvornásobné množstvo živej vegetácie trávnych porastov (Post a Kwon, 2000; Percival, Parfitt a Scott, 2000). Dokonca aj malé zvýšenie obsahu organického uhlíka v pôde (SOC) má potenciál pozitívne ovplyvniť globálnu koncentráciu oxidu uhličitého v ovzduší a jeho cyklus (Bu et al., 2012).

Ako jeden z najdôležitejších skleníkových plynov je v kontexte globálnych klimatických zmien všeobecne akceptovaný úzky vzťah medzi CO₂ a pôdnym organickým uhlíkom. Známe zásoby SOC sa tak stali veľmi dôležitými pre hodnotenie zmien koncentrácie CO₂ v atmosfére a globálnej klímy (Dixon et al., 1994; Schimel, 1995; Sørensen et al., 2004). Ako najväčší zdroj suchozemského organického uhlíka v biosfére sa v pôde ukladá viac uhlíka ako v rastlinách a atmosfére dohromady. Aj keď lesné pôdy prijímajú veľké množstvo organických látok pochádzajúcich z nadzemnej biomasy, v trávnych porastoch primárne vstupy organických látok do pôdy pochádzajú hlavne z rozkladu koreňov. Vertikálne rozloženie organického uhlíka v pôdnom profile je preto v lesných pôdach zvyčajne plytšie ako v trávnych porastoch (Jobbágy a Jackson, 2000).

Väčšina koreňov v pôde je špecifická pre rôzne druhy rastlín. Pohl et al. (2011) ukázali, že v alpských ekosystémoch majú graminoidy (trávy) zvyčajne väčší podiel jemných koreňov v porovnaní s bylinami alebo kríkmi. Táto vlastnosť zvyšuje stabilitu agregátov v pôde pod trávami (Pohl et al., 2009), čo je dôležité pre stabilizáciu uhlíka v pôde. Ostatné charakteristiky vegetácie, ako napríklad nadzemná a podzemná produkcia, alokácia, hĺbka zakorenenia, horizontálna koreňová expanzia, môžu ovplyvniť vstupy uhlíka a jeho perzistenciu v pôde. Ale aj medzi bylinami môžu existovať významné rozdiely, napr. leguminózy sú obohatené o dusíkaté látky, ktoré samé tieto látky produkujú pomocou hrčkotvorných baktérií.

Na porovnanie s pôdami pod trávnyimi porastmi priemerné hodnoty organického uhlíka v černozemi na ornej pôde sa pohybovali od 0,42 do 0,12 % SOC. Obsah dusíka v pôde (N_t) je jedným z ukazovateľov zásoby dusíka v pôde na výživu rastlín a úrodu nadzemnej fytomasy (Bielek, 1998). Priemerná hodnota N_t v pôdnom profile bola v intervale od 0,14 do 0,05 % a SOC od 1,17 do 0,32 %. Podiel C : N v priemere na lokalitách v humusovom horizonte neprekročil hodnotu 8,50. Spolu s hĺbkou mali hodnoty N_t, SOC a pomer C : N klesajúcu tendenciu (Javoreková, 2008). Hanes (1995) uvádza, že hodnota

1,88 % SOC pod úrodnou pôdou znamená vysoký obsah. Maková et al. (2011) zistila hodnotu SOC 1,35 % (pH/H₂O = 7,77, N_t = 0,16 %, C : N = 8,90) v ornej pôde (hnedozem, černoze, pseudoglej) v hĺbke do 0,48 m a hodnotu SOC 4,69 % (pH/H₂O = 5,67, N_t = 0,35 %, C : N = 13,20) v pôde pod pasienkovou vegetáciou (kambizem). Táto skutočnosť naznačuje, že pôdy pod pasienkami mali ľahšie rozložiteľné organické zlúčeniny ako orné pôdy.

Ekosystémový manažment, ktorý udržiava vysokú úroveň diverzity rastlín, môže zlepšiť ukladanie SOC a ďalšie ekosystémové služby, ktoré závisia od diverzity rastlín. Uhlík vstupuje do pôdy prostredníctvom opadu a odnoží, ktoré opúšťajú pôdu hlavne ako CO₂ prostredníctvom koreňového a mikrobiálneho dýchania (Sulzman et al., 2005; Cleveland et al., 2010; Díaz-Pinés et al., 2011; Sayer et al., 2011). Krajčovič a Ondrášek (2007) zistili v hĺbke 0 – 200 mm 172 t.ha⁻¹ na Krížnej a 331 t.ha⁻¹ pôdneho organického uhlíka (SOC) na Kráľovej holi. Podľa Martincovej, Čunderlíka a Ondráška (2014) z celkovej rastlinnej biomasy vytvorili korene pod trávnaťm porastom najvyšší podiel hmotnosti (od 58 do 81%). Najvyšší podiel koreňov bol vo variante pasenom ovcami (2,59 g.m⁻¹) v porovnaní s variantom paseným jalovicami (1 242,50 g.m⁻¹).

Pôdy pod trávnyimi porastmi obsahujú značné množstvo organického uhlíka, pretože trávy prenášajú veľkú časť svojich produktov fotosyntézy pod povrch (Baker et al., 2007). Zdroje organického uhlíka v pôde pod pasienkami predstavujú najmenej 10 % celkového svetového množstva, ostatné zdroje však tvoria až 30 % svetového uhlíka v pôde. Nadzemné vstupy do lesnej pôdy boli hlavným zdrojom SOC, pričom korene stromov boli menej dôležitým zdrojom, pretože väčšina stromov rástla mnoho rokov a boli tu len malé zvyšky koreňov. Naopak, pod trvalými trávnyimi porastmi boli korene rastlín hlavným zdrojom SOC a zohrávali kľúčovú úlohu pri sekvestracii uhlíka v pôde (Kätterer et al., 2011). Jobbágy a Jackson (2000) tiež naznačili, že miera rozkladu SOC z rozpadajúcich sa koreňov tráv je vyššia ako množstvo z odumierajúcich koreňov stromov. Teoreticky možno schopnosť pôdy viazať organický uhlík odhadnúť ako rozdiel medzi existujúcou hodnotou SOC a hodnotou saturácie (zásobovania) SOC (Beare et al., 2014).

Rýchlosť oxidácie humusu v nenarušenom lese je podstatne nižšia, pretože opad nie je začlenený do pôdy a neprítomnosť fyzického narušenia vedie k pomalšiemu dýchaniu pôdy. V oboch hĺbkach pôdy je pomer C : N pasienkov výrazne vyšší ako v hustej lesnej pôde (Feamside a Barbosa, 1998). Rozdiel v obsahu organickej hmoty a celkového dusíka v pôde je zreteľnejší v ornici, ako v hlbšom profile pôdy. Čím bližšie k povrchu pôdy, tým je vyšší obsah organického uhlíka, čo súvisí aj so zmenou využívania pôdy (Walker a Desanker, 2004). Z hľadiska podmienok na rast a reprodukciu mikrobiálnej biomasy je trávny ekosystém priaznivejší. V hornej pôdnej vrstve pod trávnyim porastom sa hromadí značné množstvo rastlinného odpadu, napr. nekrotické podzemné časti veľmi bohatého koreňového systému tráv a bylín (Mawdsley a Bardget, 1997).

Nadmerný prisun živín NPK do pôdy a zošľapovania pasúcimi sa zvieratami vedie k rozvoju silných a konkurenčne silných ruderalných burín, ako sú napríklad *Rumex obtusifolius*, *Arctium lappa*, *Anthriscus sylvestris*, *Urtica dioica*, *Cirsium arvense*, *Stellaria media*, *Aegopodium podagraria*, *Anthemis arvensis*, *Geranium pusillum*, *Chenopodium bonus-henricus* a ďalšie. Zastúpenie neželaných, najmä ruderalných rastlinných druhov, znehodnocuje trávny porast, preto jeho kvalita je závislá od floristického zloženia (Klapp, 1963; Lichner et al., 1983; Voigtländer a Jacob, 1987; Novák, 1992, 1997; Šúr, 1994). Problematikou hodnotenia trávnych porastov na základe ich floristického zloženia pomocou rôznych rozsahov kŕmnych hodnôt sa v minulosti zaoberalo mnoho autorov, napríklad De Vries et al. (1942), Ellenberg (1952), Klapp et al. (1953), Regál (1967), Stählin (1971), Filipek (1973), Šostarič-Pisačič a Kovačević (1974), Jurko (1990) a Novák (2004).

Materiál a metódy

2.1 Študijné lokality

Do výskumu boli zahrnuté extenzívne lúky bez hnojenia (1, 2, 3, 4, 6, 7): Chyzerovce (168 m n. m., 48° 35'21" N, 18° 37' 22" E), Jarok (Kopanice, 213 m n. m., 48° 27'16" N, 17° 18' 59" E) a Koliňany (Koliňanský vrch, 350 m n. m., 48° 34'20" N, 18° 19' 18" E) v Nitrianskom kraji, Gápel' (CHKO Strážovské vrchy, 420 m n. m., 48°53'12"N, 18°24'53"E), Suchý vrch (Kremnické vrchy, 680 m n. m., 48°44'54"N, 19°09'23"E) a pasienky v lokalite Diel (nad Ďubákovom, Slovenské rudohorie, 920 m n. m., 48°25'15"N, 19°34'26"E). Lokality na pasienkoch (CHKO Strážovské vrchy, 586 m n. m., 48°53'39"N, 18°32'17"E) v Chvojnici (5) a v národných parkoch (8, 9, 10): Strungový príslop (NP Malá Fatra, 936 m n. m., 49°13'12"N, 19°08'19"E), Pod Kečkou (NAPANT, 1 126 m n. m., 48°51'22"N, 19°14'57"E) a Pod Ploskou (NP Veľká Fatra, 1 234 m n. m., 48°56'31"N, 19°06'37"E) s variantmi:

a – extenzívny poloprirodný trávny porast (nehnojený),
b – narušený trávny porast dlhodobo eutrofizovaný, hnojený výkalmi hospodárskych

zvierat s dominanciou *Rumex obtusifolius* a *Urtica dioica* – bez manažmentu
c – narušený trávny porast dlhodobo eutrofizovaný, hnojený výkalmi hospodárskych zvierat s dominanciou *Rumex obtusifolius* a *Urtica dioica*, ktorý bol ekologicky obnovený prísevom 18 autochtónnych rastlín, kosený dvakrát za vegetáciu (po odčerpaní prebytočných živín z pôdy nadzemnou fytomasou,

po 10 rokoch od výsevu – fytořemediácia).

Prísev zahŕňal miešanku s druhmi: z tráv *Dactylis glomerata* (25 %), *Festuca pratensis* (10 %), *Phleum pratense* (10 %), *Poa pratensis* (10 %), *Festuca rubra* (5 %), *Trisetum flavescens* (5 %), z leguminóz *Trifolium repens* (15 %), *Trifolium pratense* (3 %), *Lotus corniculatus* (3 %), z ostatných bylín *Plantago lanceolata* (2 %), *Achillea millefolium* (2 %), *Carum carvi* (2 %), *Taraxacum officinale* (2 %), *Alchemilla vulgaris* (2 %), *Daucus carota* (1 %), *Acetosa pratensis* (1 %), *Leucanthemum vulgare* (1 %), *Prunella vulgaris* (1 %), spolu 3,44 g.m⁻².

2.2 Práca v teréne a laboratórne analýzy

Vzorky pôdy boli odoberané sondou z hĺbky pôdy I (0 – 100 mm) a hĺbky pôdy II (101 – 200 mm) v množstve 0,50 kg z 3 opakovaní. Hodnoty pH v KCl (pH/KCl) sme stanovili potenciometricky. Humus (organickú hmotu) sme získali vynásobením faktora 1,724 a organického uhlíka v pôde v % (Fiala et al., 1990). Z hodnôt SOC ($C_{org} = \text{humus} / 1,724$) podľa Tjurina (Arinuškina, 1961) a N_t podľa Kjeldahla (Peterburskij, 1963) sme vypočítali pomer C : N.

Výskum prebiehal na vybraných 10 lokalitách – odber v 3 opakovaniach 3-krát v priebehu vegetácie (jar, leto, jeseň). Na hodnotenie kvality trávnych porastov – bonitáciu, ktorá vychádza z pokryvnosti (% D) a kŕmnych hodnôt (FV) jednotlivých druhov rastlín sme zvolili vzťah $E_{GQ} = \Sigma D * FV/8$) podľa Nováka (2004).

Kŕmna hodnota (FV) je výsledkom kombinácie stráviteľnosti a chutnosti jednotlivých rastlinných druhov vo floristickom zložení trávneho porastu. V spoločenstvách rastlín sú medzi jednotlivými druhmi rastlín veľké rozdiely v kŕmnej hodnote, ktorá závisí aj od obsahu vysokohodnotných, hodnotných, málohodnotných, bezcenných, škodlivých až jedovatých druhov v poraste. Každému rastlinnému druhu prislúcha kŕmna hodnota z trinásťbodovej stupnice v škále od -4 do 8, kde spodná hodnota -4 platí pre jedovatý druh a horná hodnota 8 pre vysokohodnotný druh. Druhy veľmi hodnotné až vysokohodnotné s kŕmnou hodnotou FV = 8 a hodnotné s FV = 5 – 7 kladne ovplyvňujú kvalitu porastu a výživu zvierat. Druhy s FV = 3 – 4 sú málo hodnotné, s FV = 0 – 3 sú bezcenné až škodlivé, ktoré sú menej prijímané

herbivormi. Registrujeme aj výskyt jedovatých (toxických) druhov s FV = -1 až -4, ktoré sú pre zvieratá neprijateľné a môžu spôsobiť tráviace problémy až úhyn. Tieto druhy výrazne znižujú kvalitu krmu E_{GQ}.

2.3 Štatistické analýzy

Opakované merania ANOVA sa použili na vyhodnotenie druhovej diverzity a údajov o funkčných skupinách. Analýza redundancie (RDA; Lepš a Šmilauer, 2003) v balíku CANOCO (ter Braak a Šmilauer, 2002), po ktorej nasledoval permutačný test Monte Carlo, sa použila na vyhodnotenie trendov v zložení druhov rastlín na lokalitách. Všetky študované environmentálne faktory boli testované permutačným testom Monte Carlo s obmedzenými permutáciami (P < 0,05). Dátové údaje druhov RDA sa logaritmicky transformovali (Lepš a Šmilauer, 2003).

V permutačnom type testu bol použitý dizajn deleného grafu, aby sa zvládli opakované merania. Vo všetkých vykonaných analýzach sme použili 499 permutácií obmedzených na esplitové grafy, voľne zameniteľné celé grafy, časové rady alebo lineárne transekcie na úrovni rozdelených grafov. Použilo sa centrovanie podľa druhov. Údaje o druhoch pokrytia pre RDA boli logaritmicky transformované. Na vizualizáciu výsledkov analýz CANOCO sa použil štandardný biplotový ordinačný diagram skonštruovaný programom CanoDraw (Ter Braak & Šmilauer, 2002). Signifikantné faktory v grafoch sú zobrazené neprerušovanou líniou, nevýznamné environmentálne premenné sú zobrazené len ako pasívne, resp. doplnkové premenné (prerušovaná línia).

Výsledky a diskusia

Využívanie pasienkov a lúk zohráva rozhodujúcu úlohu v globálnom uhlíkovom cykle a ovplyvňujú schopnosť absorbovať organický uhlík v pôde. Pasenie a chov dobytka a oviec na pasienkoch má priamy vplyv na rastlinnú výrobu, a tým aj na vstupy uhlíka do pôdy. Trávne porasty absorbujú oxid uhličitý počas rastu z rastlinných druhov. Opad nadzemnej fytomasy a koreňov sa rozloží a uhlík sa uloží v pôdnej organickej hmote, ktorý ovplyvňuje aj množstvo a zloženie organických látok v pôde.

Pri porovnaní celkového dusíka (N_t) konštatujeme, že hodnoty sa pohybovali od 0,15 do 0,29 % na extenzívnych poloprirodných trávnych porastoch (1, 2, 3, 4, 5a, 6, 7, 8a, 9a, 10a) v horizonte I (0 – 100 mm) a na eutrofizovaných pôdach (v minulosti nadmerne dlhodobo košarované salašiská a košariská oviec po ich opustení a stádliská jalovic) o viac ako polovicu vyššie z 0,48 na 0,70 %. Ruderálna vegetácia v eutrofizovaných pôdach (5b, 8b, 9b, 10b) ako monocenózy *Rumex obtusifolius* alebo *Urtica dioica* bola bez využitia (kosieb), pričom nadzemná fytomasa na konci vegetačnej doby sa zhromažďovala na povrchu pôdy a postupne mineralizovala. Kvalita (E_{GQ}) tejto vegetácie bola veľmi nízka (od 21,37 do 29,75 zo 100-bodovej stupnice) s úrodou sušiny od 3,66 do 4,48 t.ha⁻¹. V pôdach pod extenzívnymi poloprirodnými trávnymi porastmi SOC kolísal od 1,58 do 3,43 % a na eutrofizovaných pôdach od 3,90 do 5,60 %. Najpriaznivejšie výsledky boli na variantoch (5c, 8c, 9c, 10c) s prísевom 18 autochtónnych druhov po 10 rokoch od ekologickej obnovy (fytoremediácia), kde N_t bol v rozsahu od 0,34 do 0,50 %, spolu s vysokou úrodou sušiny (od 7,16 do 9,30 t.ha⁻¹), E_{GQ} od 72,75 do 80,75 a obsahom SOC od 3,18 do 5,35 %. V horizonte II (100 – 200 mm) boli zaznamenané nižšie hodnoty na všetkých sledovaných lokalitách. Výsledky dokazujú, že ukladanie organického uhlíka do pôdy pod trávnymi porastmi súvisí s produkciou nadzemnej fytomasy. Čím vyšší obsah N_t bol v pôde, tým vyšší bol obsah sušiny nadzemnej fytomasy. Celkové hodnotenie naznačuje, že z poľnohospodárskeho hľadiska najvyšší obsah organického uhlíka bol uložený v pôde na narušených trávnych porastoch dlhodobo eutrofizovaných, hnojených výkalmi hospodárskych zvierat s dominanciou *Rumex obtusifolius* a *Urtica dioica* – bez manažmentu (5b, 8b, 9b, 10b) a len o niečo nižší

na ekologicky obnovovaných trávnych porastoch s výsevom hodnotných a vysokohodnotných autochtónnych druhov rastlín využívaných kosením dvakrát za vegetáciu (5c, 8c, 9c, 10c), kde boli najvyššie hodnoty E_{GQ} .

Obsah celkového dusíka v pôde je jedným z ukazovateľov zásoby dusíka v pôde na výživu rastlín a úrodu nadzemnej fytomasy. Pod Kečkou pokles obsahu N_t (0,70 %) a zvýšenie SOC (5,14 %) znížil pomer C : N na hodnotu 7,34 : 1. De Ruiter et al. (1993) a Števlíková s Kopčanovou (1996) poukazujú na to, že organické hnojenie, ktoré poskytuje dostatok uhlíka a energetických zdrojov pre pôdnu mikroflóru, spôsobuje mikrobiálnu imobilizáciu živín, najmä dusíka a jeho následnú stabilizáciu v humusových látkach. V pôde (hĺbka 0 – 100 mm) pod poloprirodným trávny porastom sa pomer C : N pohyboval v intervale od 9,35 do 14,94. Na poloprirodných trávnych porastoch sa sekvestrácia SOC bola v rozmedzí od 1,58 do 2,74 %, na variantoch s prísevom od 3,18 do 5,35 %. Liaudanskienė et al. (2013) konštatujú, že na starých poloprirodných pasienkoch je najintenzívnejšia transformácia a akumulácia organického uhlíka a najvyššie hodnoty boli namerané v pôdnej vrstve 0 – 100 mm. Koncentrácie sa s hĺbkou znižovali pri všetkých sledovaniach. Výrazne vyššie množstvo SOC bolo v pôdnej vrstve 0 – 100 mm (4,95 %), čo sa zhoduje s výsledkami na lokalitách 5a, b, c; 8a, b, c; 9a, b, c a 10a, b, c, na plochách, ktoré sa používali na pasenie oviec od 16. storočia a jalovic od začiatku 20. storočia.

Ciais et al. (2010) tvrdia, že v pôde pod trávny porastom je 3- alebo 4-krát vyšší obsah SOC v porovnaní s pôdou pod lesnou vegetáciou. Prichard et al. (2000) zaznamenali silný vplyv svahovitosti na zásoby SOC, obsah SOC bol relatívne vyšší na severovýchodných svahoch v rozmedzí od 0,43 do 1,43 %, v porovnaní s juhozápadnými svahmi (od 0,27 do 1,62 %). Wei et al. (2012) uvádzajú v sekundárnom lese interval obsahu SOC od 0,68 do 0,99 % a na obnovených trávnych plochách od 1,79 do 2,04 % v hĺbke pôdy 0 – 400 mm. Trikrát viac uhlíka sa vyskytovalo v pôde pod trávny porastom v porovnaní s lesnou pôdou. V sekundárnom lese bol pomer C : N relatívne vyšší (od 8,90 do 9,30) v porovnaní s obnoveným trávny porastom (od 6,90 do 7,80). Wasak, Drewnik (2015) v Tatrách (1200 – 1 220 m n. m.) na vápenatých pôdach (hĺbka 0 – 420 mm) v lese zistili priemerný obsah SOC od 0,94 do 5,33 % a pod trávny porastom od 2,79 do 6,20 %, trikrát viac uhlíka v porovnaní s lesnou pôdou. Waldrop a Firestone (2004) uvádzajú, že trávne porasty vykazujú vyšší účinok na mineralizáciu organického uhlíka ako v lesných pôdach, pretože majú množstvo jemných koreňov.

Pasienky a lúčne porasty predstavujú viaczložkové fytocenózy, kde dominujú trávy (50 – 60 %) a leguminózy za priaznivých podmienok tvoria 15 – 25 %. Prevalha dvojsemenných rastlín na pasienkoch (5b, 8b, 9b a 10b) je príznakom degradácie – narušenia ekologických podmienok v agroekosystéme (extrémne vysoké zásoby dusíka a draslíka v pôde, ktoré sú päťkrát vyššie ako v poloprirodnej vegetácii). Optimálny pomer tráv sa vyskytoval v extenzívnych trvalých trávnych porastoch iba na lokalitách 1, 2 a 9a (od 63,70 do 70,60 %), ostatné lokality nedosahovali požadované hodnoty. Leguminózy sme registrovali na lokalitách 2, 4 a 5 a tiež na variantoch, ktoré boli ekologicky obnovené prísevom (8c, 9c a 10c). Na rudérálnych plochách dominovali rudérálne druhy. *Urtica dioica* ako monocenóza sa vyskytla na lokalite 10b (95 %) a na lokalitách 5b, 8b a 9b (od 15 do 30 %), *Rumex obtusifolius* na lokalitách 5b, 8b a 9b (od 23 až 45 %).

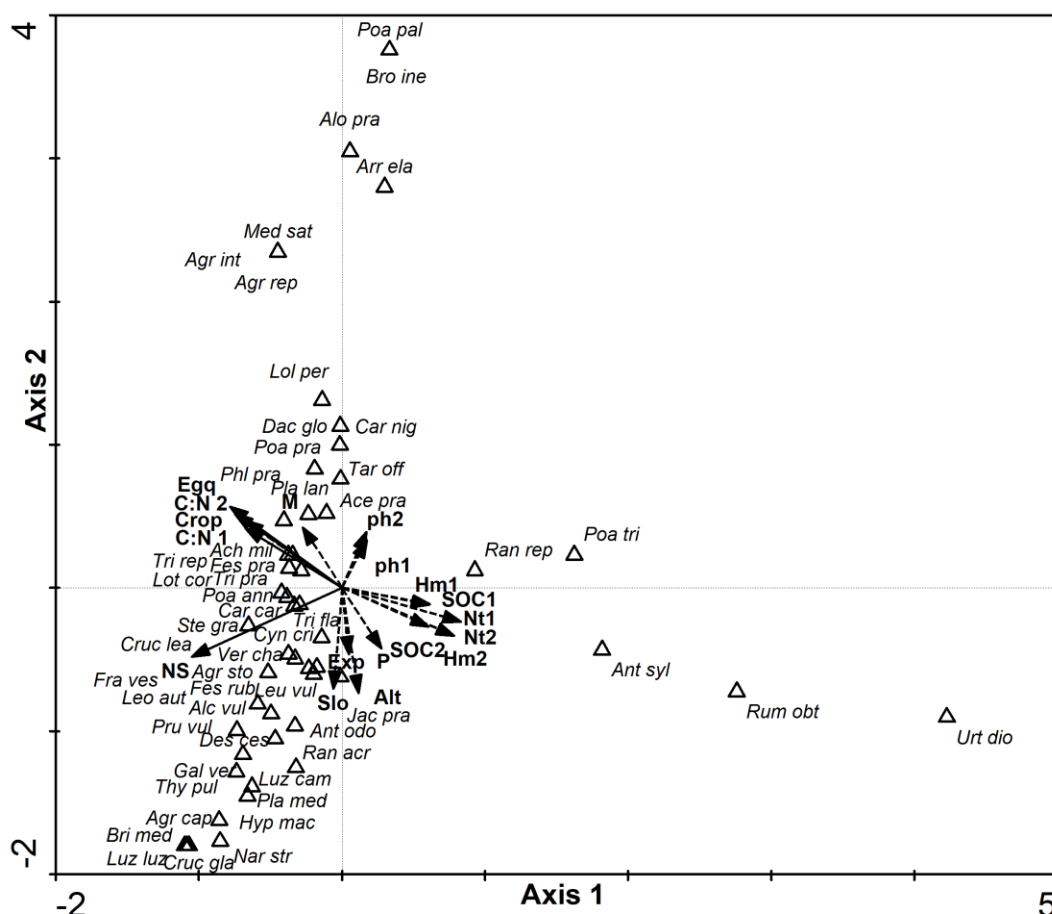
V spoločenstve rastlín trávnych porastov sa vyskytujú druhy s krmnou hodnotou (FV) od jedovatých druhov (FV = -4) až po vysokohodnotné druhy (FV = 8). Najkvalitnejšie sú trávne porasty, ktoré z hľadiska kĺmenia hospodárskych zvierat obsahujú predovšetkým vysokohodnotné trávy s FV = 8, najmä *Dactylis glomerata*, *Festuca pratensis*, *Phleum pratense*, *Poa pratensis*, ale aj menej hodnotné druhy *Festuca rubra*, vysoko hodnotné leguminózy *Trifolium repens*, *Trifolium pratense*, prípadne hodnotný *Lotus corniculatus* a iné hodnotné byliny *Achillea millefolium*, *Alchemilla vulgaris*, *Carum carvi*, *Leontodon*

autumnalis, *Plantago lanceolata* a *Taraxacum officinale*. Kvalita (bonita) trávnych porastov je znížená trávami *Agrostis* spp., *Nardus stricta* a bylinnými druhmi *Carex* spp., *Cruciata glabra*, *Hypericum maculatum*, *Leucanthemum vulgare*, *Luzula campestris*, *Potentilla erecta*, *Veronica officinalis* a inými. V druhovo bohatých extenzívnych trávnych porastoch sa vyskytuje vyššie percento aj najmenej hodnotných rastlinných druhov. Z toxických sme evidovali v nižšom percentuálnom zastúpení *Ranunculus acris*, ktorý je toxický len v čerstvom stave, po usušení sa v sene jeho toxicita stráca. Podľa Stanovej a Valachoviča (2002) sa v poľnohospodárskych podmienkach zatiaľ nepreukázal jasný vplyv druhovej bohatosti na primárnu alebo druhotnú výrobu lokality. Z hľadiska zvýšenia fytodiverzity konštatujeme, tak ako uvádza Wrage et al. (2011), že pasenie je výhodnejšie ako kosenie, pretože selektívne pasenie, šliapanie a vylučovanie exkrementov zvyšujú heterogenitu a zahustenie trávneho porastu.

Pomocou analýzy RDA sme určili marginálny, podmienený a absolútny účinok konkrétnych meraných premenných prostredia (obr. 1). Korelácia medzi pôdnymi faktormi a zložením druhov bola analyzovaná korešpondenčnou analýzou. Prvá ordinálna os RDA vysvetľuje 19,80 %-nú variabilitu údajov o druhoch a 20,90 % vzťahu medzi druhovým zložením a environmentálnymi premennými, táto variabilita celého súboru údajov vysvetlená vybranými environmentálnymi faktormi je znázornená prvou ordinálnou osou. Štyri faktory: úroda sušiny v t.ha⁻¹, počet druhov, EGQ a pomer C : N v hĺbke I (0 – 100 mm) s výrazným vplyvom na variabilitu druhov, ktoré sa vybrali permutačným testom Monte-Carlo, vysvetľujú dokonca 47 % z celkovej variability. Podľa výsledkov „forwardového výberu“ v analýze RDA má počet druhov najdôležitejší vplyv na celkovú variabilitu druhov zo všetkých významných faktorov, čo je 17 % z celej variability (tab. 1). Lokality 5b, 8b, 9b a 10b (opustený salaš bez manažmentu s ruderálnymi druhmi *Rumex obtusifolius* a *Urtica dioica*) s najmenším počtom druhov na eutrofizovanej pôde) a sekvestráciou SOC sú znázornené na okraji grafu na vpravo (obr. 1).

Tab. 1 RDA – variabilita vysvetlená jednotlivými premennými prostredia

	Okrajové účinky	Podmienené účinky	Čistý efekt	
ph1	0.05n.s.	0.04n.s.	x	1 (I) – hĺbka 0 – 100 mm, 2 (II) – hĺbka 101 – 200 mm, H _m – humus, ph – pH/KCl, N _t – celkový dusík, Alt – nadmorská výška, Exp – expozícia, Slo – svahovitosť, NS – počet druhov rastlín, EGQ (Egq) – Hodnotenie kvality trávnych porastov (bonitácia), Crop – úroda sušiny (t.ha ⁻¹), P – pasienok, M – lúka, SOC – pôdny organický uhlík, n.s. – nevýznamné, ** – významné pri hladine významnosti p ≤ 0,01, * – významné pri hladine významnosti p ≤ 0,05
ph2	0.06n.s.	0.03n.s.	x	
Hm1	0.09n.s.	0.02n.s.	x	
Hm2	0.10*	0.05n.s.	x	
SOC1	0.09n.s.	0.06n.s.	x	
SOC2	0.10*	0.00 n.s.	x	
Nt1	0.13**	0.04n.s.	x	
Nt2	0.13**	0.03n.s.	x	
C:N 1	0.12**	0.09**	0.09*	
C : N 2	0.13**	0.05n.s.	x	
Alt	0.10*	0.06n.s.	x	
Exp	0.06n.s.	0.04n.s.	x	
Slo	0.10*	0.05n.s.	x	
M	0.09*	0.05n.s.	x	
P	0.09*	0.05n.s.	x	
NS	0.17**	0.17**	0.15**	
Crop	0.12**	0.08*	0.08*	
Egq	0.14**	0.13**	0.10**	



Obr. 1 Analýza návratnosti (RDA) s významnými druhovými premennými vybranými metódou predbežného výberu v Canoco 4.5 (Ter Braak & Šmilauer, 2002)

Notes: Ace pra – *Acetosa pratensis*, Ach mil – *Achillea millefolium*, Agr cap – *Agrostis capillaris*, Agr int – *Agropyron intermedium*, Agr rep – *Agropyron repens*, Agr sto – *Agrostis stolonifera*, Alc vul – *Alchemilla vulgaris*, Alo pra – *Alopecurus pratensis*, Ant odo – *Anthoxanthum odoratum*, Ant syl – *Anthriscus sylvestris*, Bri med – *Briza media*, Bro ine – *Bromus inermis*, Car car – *Carum carvi*, Car nig – *Carex nigra*, Cruc gla – *Cruciata glabra*, Cruc lea – *Cruciata leavipes*, Cyn cri – *Cynosurus cristatus*, Dac glo – *Dactylis glomerata*, Des ces – *Deschampsia cespitosa*, Fes pra – *Festuca pratensis*, Fes rub – *Festuca rubra*, Fra ves – *Fragaria vesca*, Gal ver – *Galium verum*, Hyp mac – *Hypericum maculatum*, Jac pra – *Jacea pratensis*, Leo aut – *Leontodon autumnalis*, Leu vul – *Leucanthemum vulgare*, Lol per – *Lolium perenne*, Lot cor – *Lotus corniculatus*, Luz cam – *Luzula campestris*, Luz luz – *Luzula luzuloides*, Med sat – *Medicago sativa*, Nar str – *Nardus stricta*, Phl pra – *Phleum pratense*, Pla lan – *Plantago lanceolata*, Pla med – *Plantago media*, Poa ann – *Poa annua*, Poa pal – *Poa palustris*, Poa pra – *Poa pratensis*, Poa tri – *Poa trivialis*, Pru vul – *Prunella vulgaris*, Ran acr – *Ranunculus acris*, Ran rep – *Ranunculus repens*, Rum obt – *Rumex obtusifolius*, Ste gra – *Stellaria graminea*, Tar off – *Taraxacum officinale*, Thy pul – *Thymus pulegioides*, Tri fla – *Trisetum flavescens*, Tri pra – *Trifolium pratense*, Tri rep – *Trifolium repens*, Urt dio – *Urtica dioica*, Ver cha – *Veronica chamaedrys*

1 (I) – hĺbka 0 – 100 mm, 2 (II) – hĺbka 101 – 200 mm, H_m – humus, ph – pH/KCl, N_t – celkový dusík, Alt – nadmorská výška, Exp – expozícia, Slo – svahovitost', NS – počet druhov rastlín, EG_q (Egq) – Hodnotenie kvality trávnych porastov (bonitácia), Crop – úroda sušiny (t.ha⁻¹), P – pasienok, M – lúka, SOC – pôdny organický uhlík

Záver

Ukladanie organického uhlíka do pôd (SOC) pod trávnyimi porastmi závisí od množstva vyprodukovanej nadzemnej fytohmoty, predovšetkým od druhového zloženia a kvality jednotlivých druhov rastlín, ktorú vyjadruje kvalitatívne zloženie vegetácie. V spoločenstve rastlín trávnych porastov sa vyskytujú druhy s kŕmnou hodnotou (FV) od jedovatých (FV = -4) až po vysokohodnotné rastliny (FV = 8). Vegetácia riadi veľkosť zásob SOC, preto sa považuje za jeden z dôležitých faktorov. Najkvalitnejšie sú trávne porasty, ktoré z hľadiska kŕmenia hospodárskych zvierat obsahujú predovšetkým 5 vysokohodnotných tráv a 2 leguminóz s FV = 8. Ruderálna vegetácia na eutrofizovaných pôdach, predovšetkým monocenózy *Rumex obtusifolius* a *Urtica dioica*, príp. škodlivé a jedovaté druhy rastlín (FV = -4) podporujú síce sekvestráciu SOC, avšak svojou nízkou kŕmnou hodnotou (FV) výrazne znižujú bonitáciu (E_{GQ}). Je známe, že zmena rastlinných druhov spojená s dlhodobými zmenami využívania pôdy má výrazný vplyv na chemické zloženie SOC. Na lokalitách so starými poloprirodnými ovčimi pasienkami eutrofizované jalovicami bez manažmentu bola síce najnižšia úroda sušiny a bonitácia (E_{GQ}). Do pôdy sa ukladal prostredníctvom rastlín pomerne vysoký obsah organického uhlíka. Z poľnohospodárskeho hľadiska, najmä z hľadiska využívania a bonitácie trávnych porastov, aj keď pri nižšej sekvestracii SOC, boli najvýhodnejšie ekologicky obnovené porasty s prísевom 18 hodnotných a vysokohodnotných autochtónnych druhov rastlín.

Literatúra

1. ARINUŠKINA, E.: Rukovodstvo po chimičeskom analizu počv. Moskva: Izdatel'stvo Moskovskovo universiteta. 1961.
2. BEARE, M.H. – MCNEILL, S.J. – CURTIN, D. – PARFITT, R.L. – JONES, H.S. – DODD, M.B. – SHARP, J.: Estimating the organic carbon stabilization capacity and saturation deficit of soils: a New Zealand case study. *Biogeochemistry*, 2014, 120: 71–87.
3. BAKER, J.M. – OCHSNER, T.E. – VENTEREA, R.T. – GRIFFIS, T.J.: Tillage and soil carbon sequestration – what do we really know? *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 2007, 118: 1–5.
4. BEARE, M.H. – MCNEILL, S.J. – CURTIN, D. – PARFITT, R.L. – JONES, H.S. – DODD, M.B. – SHARP, J.: Estimating the organic carbon stabilization capacity and saturation deficit of soils: a New Zealand case study. *Biogeochemistry*, 2014, 120: 71–87.
5. BIELEK, P.: Dusík v poľnohospodárskych pôdach Slovenska. Bratislava: VUPOP, 1998.
6. BU, X. – RUAN, H. – WANG, L. – MA, W. – DING, J. – YU, X.: Soil organic matter in Density fractions as related to vegetation changes along an altitude gradient in the Wuyi Mountains, southeastern China. *Applied Soil Ecology*, 2012, 52: 42–47.
7. CIAIS, P. – SOUSANNA, J.F. – VUICHARD, N. et al.: The green house gas balance of European grasslands. *Biogeosciences Discuss.*, 2010, 7: 5992–6050.
8. CLEVELAND, C.C. – WIEDER, W.R. – REED, S.C. – TOWNSEND A.R.: Experimental drought in a tropical rain forest increases soil carbon dioxide losses to the atmosphere. *Ecology*, 2010, 91: 2313–2323.
9. DE RUITER, P.C. – VAN VEEN, J.A. – MOORE, J.C. – BRUSSAARD, L. – HUNT, H.W.: Calculation of nitrogen mineralization in soil Food webs. *Plant and Soil*, 1993, 157 (2): 263–273.
10. DE VRIES, D.M. – DE T'HART, M.L. – KRUIJNE, A.A.: Een waardeering van grasland op grond van de plantkundige samenstelling. *Landbouwkundig, Tisjschrift*, 1942, 54: 245–265.

11. DÍAZ-PINÉS, E. – RUBIO, A. – VAN MIEGROET, H. – MONTES, F. – BENITO, M.: Does tree Species composition control soil organic carbon pools in Mediterranean mountain forests? *Forest Ecology and Management*, 2011, 262: 1895–1904.
12. DIXON, R.K. – SOLOMON, A. – BROWN, S. – HOUGHTON, R. – TREXIER, M. – WISNIEWSKI, J.: Carbon pools and flux of global forest ecosystems. *Science*, 1994, 263: 185–190.
13. ELLENBERG, H.: *Wiesen und Weiden und ihre standörtliche Bewertung*. Band 2. Stuttgart z. Z. Ludwigsburg: Verlag Eugen Ulmer, 1952.
14. EUROSTAT: Available at: <http://ec.europa.eu/eurostat> [Accessed 13 November 2019].
15. FEAMSIDE, P.M. – BARBOSA, I.R.: Soil carbon changes from conversion of forest to pasture in Brazilian Amazonia. *For Ecol Manag.*, 1998, 108: 147–166.
16. FIALA, K. – KOBZA, J. – MATÚŠKOVÁ, Ľ. – BREČKOVÁ, V. – MAKOVNÍKOVÁ, J. – BARANČIKOVÁ, G. – BÚRIK, V. – LITAVEC, T. – HOUSKOVÁ, B. – CHROMANIČOVÁ, A. – VÁRADIOVÁ, D. – PECHOVÁ, B.: *Povinné metódy analýzy pôdy. Čiastočný monitorovací systém – pôda*. Bratislava: VÚPOP, 1999.
17. FILIPEK, J.: Projekt klasifikacji roślin łąkowych i pastwiskowych na podstawie liczb wartości użytkowej. *Post. Nauk Rol.*, 1973, 4 (20): 59–68.
18. HANES, J.: *Antropogénne vplyvy na vlastnosti poľnohospodárskych pôd*. Nitra: VŠP, 1995.
19. JAVOREKOVÁ, S. – KRÁLIKOVÁ, A. – LABUDA, R. – LABUDOVÁ, S. – MAKOVÁ, J.: *Biológia pôdy v agroekosystémoch*. Nitra: SPU, 2008.
20. JOBBÁGY, E.G. – JACKSON, R.B.: The vertical distribution of soil organic carbon and its relation to climate and vegetation. *Ecological Applications*, 2000, 10 (2): 423–436.
21. JURKO, A.: *Ekologické a socioekonomické hodnotenie vegetácie*. Bratislava: Príroda, 1990.
22. KÄTTERER, T. – BOLINDER, M. A. – ANDRÉN, O. – KIRCHMANN, H. – MENICHETTI, L.: Roots contribute more to refractory soil organic matter than above-ground crop residues, as revealed by a long-term field experiment. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 2011, 141 (1–2): 184–192.
23. KLAPP, E. – BOEKER, P. – KÖNIG, F. – STÄHLIN, A.: Wertzahlen der Grünlandpflanzen. *Das Grünland*, 1953, 2 (5): 38–42.
24. KLAPP, E.: *Heutige Probleme der Grünlandforschung und Grünlandbewirtschaftung*. Zeitschrift f. Acker und Pflanzbau, 1963, 3: 257–288.
25. KRAJČOVIČ, V. – ONDRÁŠEK, Ľ.: Príspevok k problematike uhlíkového komplexu v pôdach prírodných, poloprírodných a dočasných trávnych porastov SCPV – Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva, Banská Bystrica. In: *Funkcia uhlíka v pôde pri ochrane pôdy a produkcii biomasy*. Zborník referátov z vedeckej rozpravy XXX. Valného zhromaždenia Slovenskej akadémie pôdohospodárskych vied (SAPV), č. 56. Nitra: SCPV, 64–71, 2007.
26. LIAUDANSKIENĖ, I. – SLEPETIENE, A. – ŠLEPETYS, J. – STUKONIS, V.: Evaluation of soil organic carbon stability in grasslands of protected areas and arable lands applying chemo-destructive fractionation. *Zemdirbyste-Agriculture*, 2013, 100 (4): 339–348.
27. LEPŠ, J. – ŠMILAUER, P.: *Multivariate analysis of ecological data using CANOCO*. Cambridge: University Press, 2003.
28. LICHNER, S. – KLESNIL, A. – HALVA, E.: *Krmovinárstvo*. Bratislava: Príroda, 1983.
29. MAKOVÁ, J. – JAVOREKOVÁ, S. – MEDO, J. – MAJERČÍKOVÁ, K.: Characteristics of microbial biomass carbon and respiration activities in arable soil and pasture grassland soil. *Journal of Central European Agriculture*, 2011, 12 (4): 745–758.

30. MARTINCOVÁ, J. – ČUNDERLIK, J. – ONDRÁŠEK, L.: Vertikálna štruktúra uhlíka v diferencovane obhospodarovanom trávnom poraste. In: Lúkarstvo a pasienkárstvo na Slovensku. 2014, NPPC-VÚTPHP Banská Bystrica, 8 (1): 34–38.
31. MAWDSLEY, J.Z. – BARDGETT, R.D.: Continuous defoliation of perennial ryegrass (*Lolium perenne*) and white clover (*Trifolium repens*) and associated changes in the composition and activity of the microbial population of an upland grassland soil. *Biology and Fertility of Soils*, 1997, 24, 52–58.
32. NOVÁK, J.: Evaluation of stability of grass ecosystem according to features of quality. *Pol'nohospodárstvo/Agriculture*, 1992, 38 (11): 853–862.
33. NOVÁK, J.: Biodiverzita antropogénne ovplyvnených ruderalizovaných trávnych porastov. Habilitačná práca. Nitra: SPU, 1997.
34. NOVÁK, J.: Evaluation of grassland quality. *Ekológia*, 2004, 23 (2): 127–143.
35. PERCIVAL, H.J. – PARFITT, R.L. – SCOTT, N.A.: Factors controlling soil carbon levels in New Zealand grasslands is clay content important? *Soil Science Society of America Journal*, 2000, 64(5): 1623–1630.
36. POST, W.M. – KWON, K.C.: Soil carbon sequestration and land-use change: Processes and potential. *Global Change Biology*, 2000, 6(3): 317–327.
37. PETERBURSKIJ, A.V.: Praktikum po agronomičeskoj chimii. Moskva: Izd. Sel'skochozjeystvennoj literatury, žurnalov a plakatov, 1963.
38. POHL, M. – ALIG, D. – KÖRNER, C. – RIXEN, C.: Higher plant diversity enhances soil stability in disturbed alpine ecosystems. *Plant Soil*, 2009, 324: 91–102.
39. POHL, M. – STROUDE, R. – BUTTLER, A. – RIXEN, C.: Functional traits and root Morphology of alpine plants. *Ann Bot-London*, 2011, 108: 537–548.
40. PRICHARD, S.J. – PETERSON, D.L. – HAMMER, R.D.: Carbon distribution in sub-alpine forests and meadows of the Olympic Mountain, Washington. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 2000, 64: 1834–1845.
41. REGÁL, V.: Ecological indicator values most widespread meadow plants in Czechoslovakia. *Rostl. Výr.*, 1967, 13 (1): 77–88.
42. SAYER, E.J. – HEARD, M.S. – GRANT, H.K. – MARTHEWS, T.R. – TANNER E.V.: Soil carbon release enhanced by increased tropical forest litterfall. *Nature Climate Change*, 2011, 1: 304–307.
43. SCHIMEL, D.S.: Terrestrial ecosystems and the carbon cycle. *Global change biology*, 1995, 1: 77–91.
44. SØE, A.R. – GIESEMANN, A. – ANDERSON, T.H. – WEIGEL, H.J. – BUCHMANN, N.: Soil respiration under elevated CO₂ and its partitioning into recently assimilated and older carbon sources. *Plant and Soil*, 2004, 262: 85–94.
45. SULZMAN, E.W. – BRANT, J.B. – BOWDEN, R.D. – LAJTHA, K.: Contribution of aboveground litter, belowground litter, and rhizosphere respiration to total soil CO₂ efflux in an old growth coniferous forest. *Biogeochemistry*, 2005, 73: 231–256.
46. STANOVÁ, V. – VALACHOVIČ, M.: Atlas biotopov Slovenska. Bratislava: DAPHNE – Inštitút aplikovanej ekológie, 2002.
47. STÄHLIN, A.: Gütezahlen von Pflanzarten in frischen Grundfutter. *Der Zeitschrift „Das wirtschaftseigene Futter“*, Sonderheft 5, Frankfurt (Main): DLG –Verlag, 1971.
48. ŠOŠTARIČ-PISAČIČ, K. – KOVAČEVIČ, J.: Evaluation of quality and total value of grassland and leys by the complex method. Zagreb: Editiones speciales, 1974.
49. ŠÚR, D.: Influence of grazing of heifers and lambs on the extensive pasture stand. *Rostl. Výr.*, 1994, 40: 1077–1085.
50. ŠTEVLÍKOVÁ, T. – KOPČANOVÁ, L.: Transformácia dusíka v pôde pri rôznych systémoch obrábania. In: Zborník: Environmentálne problémy súčasného poľnohospodárstva, Nitra: VŠP, 1996.

51. TERBRAAK, C.J.F. – ŠMILAUER, P.: CANOCO Reference Manual and Cano Draw for Windows User's Guide: Software for Canonical Community Ordination (version 4.5). Ithaca, NY, USA: Microcomputer Power, 2002.
52. VOIGTLÄNDER, G. – JACOB, H.: Grünlandwirtschaft und Futterbau. Stuttgart: Verlag Eugen Ulmer, 1987.
53. WALDROP, M.P. – FIRESTONE, M.K.: Microbial community utilization of recalcitrant and simple carbon compounds: impact of oak-woodland plant communities. *Oecologia*, 2004, 138: 275–284.
54. WALKER, M.S. – DESANKER, P.V.: The impact of land use on soil carbon in Miombo woodlands of Malawi. *For Ecol Manag.*, 2004, 203: 345–360.
55. WANG, W. – FANG, J.: Soil respiration and human effects on global grasslands. *Global and Planetary Change*, 2009, 67(1–2): 20–28.
56. WASAK, K. – DREWNİK, M.: Land use effects on soil organic carbon sequestration in calcareous Leptosols in former pasture land – a case study from the Tatra Mountains (Poland). *Solid Earth*, 2015, 6: 1103–1115.
57. WEI, J. – CHENG, J. – LI, W. – LIU, W.: Comparing the effect of naturally restored forest and grassland on carbon sequestration and its vertical distribution in the Chinese Loess Plateau. *PLoS ONE*, 2012, 7(7): e40123.
58. WRAGE, N. – STRODTHOFF, J. – CUCHILLO, H.M. – ISSELSTEIN, J. – KAYSER, M.: Phytodiversity of temperate permanent grasslands: ecosystem services for Agriculture and livestock management for diversity conservation. *Biodivers Conserv.*, 2011, 20: 3317–3339.

Kontaktná adresa

prof. Ing. Ján Novák, PhD., SPU, FAPZ , Katedra rastlinnej výroby a trávnych ekosystémov, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail: jan.novak@uniag.sk

BOTANICKÉ ZLOŽENIE, PRODUKCIA SUŠINY A OBSAH ŽIVÍN FYTOMASY TRVALÉHO TRÁVNEHO PORASTU PO APLIKÁCI ALGINITU

BOTANICAL COMPOSITION, DRY MATTER PRODUCTION AND THE PHYTOMASS NUTRIENT CONTENT OF GRASSLAND AFTER THE ALGINITE APPLICATION.

Štefan POLLÁK¹ - Mariana JANČOVÁ¹ - Norbert BRITAŇÁK² - Miriam KIZEKOVÁ¹ -
Katarína HRČKOVÁ³ - Zuzana DUGÁTOVÁ¹

¹Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav trávnych porastov
a horského poľnohospodárstva Banská Bystrica

²NPPC – VÚTPHP Regionálne výskumné pracovisko Liptovský Hrádok

³NPPC – Výskumný ústav rastlinnej výroby, Piešťany

Abstract

Alginite is a non-metallic raw material of organic-mineral origin. It consists of waxes, fats, oils and resins - organic material. The mineral component consists of primary and secondary clay minerals. Alginite contains many elements which may be suitable for plant nutrition. The aim of the work was to investigate the effect of surface application of alginite on the botanical composition, dry matter production and nutrient content of phytomass of permanent grassland and also to present the results about the suitable utilization of alginite in organic grassland management. Doses of alginite were determined according to its chemical analysis and on the basis of nitrogen content

The obtained results show a certain variability. The best effects were recorded with the lowest dose (40 kg of nitrogen per hectare) both in terms of botanical composition and above-ground dry matter production. Alginite application increased the proportion of grasses in the stand and decreased the proportion of meadow and pasture herbs. We did not observe a conclusive correlation between the dose of alginite and the content of nutrients in aboveground phytomass.

Keywords: alginite, botanical composition, dry matter production, nutrient content of phytomass, permanent grassland

Súhrn

Alginit je nerudná surovina organicko-minerálneho pôvodu. Skladá sa z voskov, tukov, olejov a živíc - organického materiálu. Minerálna zložka pozostáva z primárnych a sekundárnych ílovitých minerálov. Alginit obsahuje veľa prvkov, ktoré môžu byť vhodné pre výživu rastlín. Cieľom práce bol výskum vplyvu povrchovej aplikácie alginitu na botanické zloženie, produkciu sušiny a obsah živín fytomasy trvalého trávneho porastu, a tiež poskytnúť verejnosti výsledky o vhodnosti využitia alginitu v starostlivosti o trávne porasty v ekologickom systéme hospodárenia na poľnohospodárskej pôde. Dávky alginitu boli stanovené podľa jeho chemickej analýzy a na základe obsahu dusíka. Získané výsledky majú určitú rôznosmernosť, najlepšie výsledky boli zaznamenané v najnižšej dávke (40 kg dusíka na hektár) tak z hľadiska botanického zloženia, ako aj nadzemnej produkcie sušiny. Aplikácia alginitu zvýšila podiel tráv v poraste a pokles zastúpenia lúčnych a pasienkových bylín. Nezaznamenali sme preukazný korelačný vzťah medzi dávkou alginitu a obsahom živín v nadzemnej fytomase.

Kľúčové slová: alginit, botanické zloženie, obsah živín fytomasy, produkcia sušiny, trvalý trávny porast

Úvod

Nerudné suroviny organicko-minerálneho pôvodu, vyskytujúce sa na Slovensku v okolí Lučenca, môžu nájsť širšie uplatnenie v poľnohospodárskej praxi, čeliacej stále naliehavejším výzvam globálnej klimatickej zmeny. Alginít je organický sediment vytvorený pred 3 až 4 miliónmi rokov počas sopečných zmien (KULICH a kol., 2001, KÁDÁR a kol., 2015). Táto sivá až tmavo šedá hornina je bohatá na organické látky a obsahuje 5 až 50 %, v niektorých ložiskách dokonca 90 % organických látok (SZABÓ, 2004). Bol vytvorený vo vodnom prostredí z rias, a má vysoký obsah prvkov, ako je fosfor, draslík, vápnik a horčík (GÖMÖRYOVÁ a kol., 2009). Slovenský alginít je tret'ohorného pôvodu a okrem organickej hmoty pozostáva aj z primárnych a sekundárnych ílových minerálov a z karbonátov KULICH et al. (2001). Z elementárneho hľadiska pozostáva z makrobiogénnych, mikrobiogénnych a stopových prvkov (KULICH et al., 2001). Alginít je ekologický pôdny kondicionér a prírodná látka s vlastnosťami hydrogelu. Svojou sorpčnou kapacitou je schopný zadržiavať vodu a minerálne látky (SARVAŠOVÁ, 2009).

Pozitívny vplyv alginítu na rast lesných drevín a zalesňovanie ornej pôdy zdokumentovali VASS et al. (1997), BELÁČEK (1998, 2003), JASČUŠKA (2007), REPÁČ (2007), SARVAŠOVÁ (2009), TUŽINSKÝ et al., (2015), CUKOR et al. (2017), v oblasti výživy rastlín KULICH et al. (2001), PICHLER et al. (2001), vo výžive zvierat KUBAŠOVÁ et al. (2016). TUŽINSKÝ et al. (2015) hovoria o alginite ako o zdroji, ktorý možno všestranne využiť v poľnohospodárstve, lesníctve, záhradníctve i parkových úpravách. V predloženom príspevku sa zaoberáme uplatnením alginítu pri produkcii trávneho porastu využívaného kosením a jeho vplyve na botanické zloženie a obsah živín vo fytomase.

Materiál a metódy

Pokusné stanovište sa nachádza na výskumnej báze NPPC-VÚTPHP v katastri obce Radvaň, v nadmorskej výške 480 m v oblasti Kremnických vrchov. Lokalita Suchý vrch má dlhodobú priemernú ročnú teplotu vzduchu 7,7 °C (počas vegetačného obdobia 13,6 °C) a priemerný ročný úhrn zrážok dosahuje úroveň 853 mm (441 mm za vegetáciu). Geologický substrát stanovišťa tvoria zvetraliny andezitov, pôdny typ je kambizem. Laboratórne rozbor pôdy sa uskutočnili podľa Vyhlášky MPRV SR č. 151/2016 Z. z. z 21. marca 2016, ktorou sa ustanovujú podrobnosti o agrochemickom skúšaní pôd a o skladovaní a používaní hnojív. Agrochemické vlastnosti pôdy pod trvalým trávny porastom sú uvedené v tabuľke 1.

Tabuľka 1: Agrochemické vlastnosti pôdy pred založením experimentu (2013)

Hĺbka mm	pH/KCl	N _t	C _{ox}	P	K	Mg	Ca
		g.kg ⁻¹		mg.kg ⁻¹			
0-100	4,96	3,71	33,4	3,07	148,68	760,50	3130

Poloprírodný trávny porast, ktorý sa vyvinul zatrávením ornej pôdy bol fytoecologicky zaradený do zväzu *Arrhenatherion* s dominanciou *Trisetum flavescens* L. V poraste dominovali byliny, ktorých priemerné zastúpenie dosahovalo 41 %. Trávy mali priemerné zastúpenie 38 % a bôbovité sa na zložení porastu podieľali 19 percentami. Pre trávny porast bola charakteristická druhová bohatosť, zaznamenaných bolo 34 druhov. Poľný pokus bol založený v jarom období roku 2013, ako jednofaktorový s randomizovaným usporiadaním variantov v štyroch opakovaníach. Alginít sa na trvalý trávny porast aplikoval povrchovo vo frakcii 0 - 15 mm jednorázovo na začiatku pokusu v jarom termíne 2013. Chemické zloženie aplikovaného alginítu je zobrazené v tabuľke 2.

Tab. 2 Chemické zloženie alginitu

	pH/KCl	N _t	C _{ox}	P	K	Mg	Ca
		g.kg ⁻¹		mg.kg ⁻¹			
Alginit	6,56	3,91	53,24	12,26	176,61	2400,7	3950,0

Množstvo aplikovaného alginitu, predstavujúce jednotlivé varianty a množstvo dodaných živín zobrazuje tabuľka 3. Pokusný trvalý trávny porast sa každoročne využíval kosbou trikrát počas vegetačného obdobia v obvyklých agrotechnických termínoch.

Tab. 3 Množstvo dodaného alginitu a živín

Variant	Množstvo	N	C _{ox}	P	K	Mg	Ca
	t.ha ⁻¹	kg.ha ⁻¹					
1	0	0	0	0	0	0	0
2	10,23	40,0	544,7	0,13	1,81	24,56	40,53
3	20,46	80,0	1089,3	0,25	3,61	49,12	81,05
4	30,69	120,0	1633,9	0,38	5,42	73,68	121,58

Obsah živín vo fytomase porastov sme zistili laboratórnymi analýzami vzoriek stanovenými v laboratóriu NPPC-VÚTPHP Banská Bystrica, podľa pokynov Výnosu Ministerstva pôdohospodárstva Slovenskej republiky č. 2145/2004 -100. Podľa rovníc prílohy č. 8 Výnosu MPSR č. 39/1/2002-100 sme vypočítali výživnú hodnotu vyjadrenú ukazovateľmi PDIN a NEL.

Výsledky a diskusia

NOVÁK (2008) uvádza optimálny pomer floristických skupín v (trvalom) trávnom poraste nasledovne: 50-70 % tráv, 15-25 % bôbových druhov a 5-25 % ostatných lúčnych alebo pasienkových bylín. Okrem zástupcov čeľade bôbovité, ktoré sa nachádzali v uvedenom intervale, sa ostatné hlavné floristické skupiny nenachádzali v optimálnych pásmach. Zatiaľ čo podiel trávnych druhov bol nižší, skupina ostatných lúčnych a pasienkových bylín bola výrazne nad uvedenými rozsahmi. Aplikácia nerudnej suroviny zvýšila podiel tráv v poraste o 3,0 %. Tento rozdiel nebol štatisticky preukazný (ANOVA $F_{3,20} = 0,92$; $P > 0,45$, tabuľka 4). Nejednoznačný vplyv mala jednorazová dávka na bôbovité druhy. Najnižšia dávka alginitu zvýšila ich prezenciu oproti nehnojenej kontrole (+1,0 %). Avšak oproti ďalším dvom variantom sa ich zastúpenie zvýšilo len 0,1 % (variant 3) resp. znížilo o 1,3 % (variant 4). Rozdiely medzi variantmi neboli signifikantné (ANOVA $F_{3,20} = 0,2$; $P > 0,91$). Všetky tri jednorazové dávky alginitu spôsobili pokles skupiny ostatných lúčnych bylín. Najviac (-6,3 %) na variante so 40 kg N.ha⁻¹ v alginite. Ďalšie dva varianty aplikovaného alginitu sa prezentovali nižšou redukciou (-1,1 resp. -1,2 %) v časovom horizonte šiestich rokov. Aj pri tomto ukazovateli boli rozdiely štatisticky nepreukazné (ANOVA $F_{3,20} = 1,16$; $P > 0,34$).

Nezaznamenali sme teda žiadny preukazný korelačný vzťah medzi narastajúcou dávkou alginitu a plošnou pokryvnosťou sledovaných skupín. Náš prístup, založený na zvyšujúcej sa dávke dusíka v alginite, tak nekorešponduje s očakávaniami známymi z literatúry (napr. LICHNER et al., 1977, 1983; HOLÚBEK et al., 2007; NOVÁK, 2008; GIBSON, 2009). Pravdepodobne to súvisí s prítomnosťou ílových minerálov (silikátov a alumosilikátov) (SENFTELE et al., 1993), ktorých množstvo je oveľa vyššie (merané v tonách) než dusíka a ostatných makrobiogénnych živín (v kilogramoch). Z uvedeného vyplýva potreba dodatočných experimentov a analýz na stanovenie ďalších prvkov prítomných v alginite a ich vplyv na floristické zloženie trvalých trávnych porastov.

Tab. 4 Botanické zloženie trvalého trávneho porastu ovplyvneného jednorazovou aplikáciou nerudnej suroviny alginít (priemer šiestich rokov)

Variant	1	2	3	4
Trávy	43,9 ± 1,8	49,2 ± 2,5	45,1 ± 1,8	46,5 ± 1,7
Bôbovité	18,2 ± 2,3	19,2 ± 2,1	18,3 ± 1,3	16,9 ± 1,7
Byliny	37,5 ± 1,9	31,2 ± 1,5	36,4 ± 2,1	36,3 ± 2,2

Poznámka: údaje sú zobrazené v percentách ako priemer ± štandardná chyba priemeru

Priemerná produkcia sušiny nadzemnej fyto­masy sa medzi jednotlivými variantmi preukazne nelíšila (ANOVA $F_{3,20} = 0,1$; $P > 0,95$). Napriek očakávaniam sme najvyššiu produkciu zaznamenali pri najnižšej jednorazovej dávke alginítu. Najnižšie priemerné produkcie sme zaznamenali na kontrolnom variante a variante s najvyššou dávkou alginítu. Zistili sme priamu závislosť medzi výškou produkcie a zastúpením bôbovitých druhov v trávnom poraste. Tento vzájomný vzťah bol štatisticky preukazný ($r = 0,57$; $P = 0,003$). Produkcia sušiny nezávisela na podiele trávnych druhov ($r = -0,34$) a ostatných lúčnych a pasienkových bylín ($r = -0,25$; $P < 0,05$) v trvalom trávnom poraste.

Dočasnú stabilitu produkcie sušiny sme vypočítali pomocou postupu LEHMAN a TILMAN (2000), $S = \sigma/\mu$, kde σ predstavuje smerodajnú odchýlku a μ priemer. Čím je výsledná hodnota vyššia, tým je meraný ukazovateľ stabilnejší.

Dočasná stabilita nadzemnej produkcie bola najvyššia na variante s najvyššou aplikovanou jednorazovou dávkou alginítu, nasledovaná najnižšou (tabuľka 5). Najviac variabilná, t.j. najmenej stabilná produkcia sa zistila na 3. variante. Zaznamenaný pokles úrod nadzemnej fyto­masy v priebehu sledovaného obdobia (šesť rokov) pripisujeme agroklimatickým podmienkam nakoľko najvyšší pokles bol pri kontrolnom variante ($r = -0,63$). Všetky porasty s alginítom mali preukazne nižší pokles celkových úrod v poradí pokusných rokov, ktorý sa lineárne odvíjal od množstva použitého alginítu v jednorazovej dávke (2. variant ($r = -0,61$); 3. variant ($r = -0,53$); 4. variant ($r = -0,45$)). Z uvedeného rezultuje potreba ďalšieho experimentálneho sledovania nielen jednorazovej aplikácie, ale aj chronickej, t.j. každoročnej aplikácie alebo periodicky sa opakujúcej aplikácie s viac ako jednoročným odstupom medzi hnojením trvalých trávnych porastov.

Tab. 5 Priemerná produkcia sušiny nadzemnej fyto­masy ($t \cdot ha^{-1} \pm$ štandardná chyba priemeru) a jej dočasná stabilita (bezrozmerné číslo)

Variant	1	2	3	4
Produkcia	3,79 ± 0,58	4,08 ± 0,72	3,93 ± 0,48	3,61 ± 0,65
Stabilita produkcie	0,37	0,43	0,30	0,44

V obsahoch živín fyto­masy trvalého trávneho porastu (tabuľka 6) sme nezaznamenali preukazné rozdiely medzi kontrolou a variantmi s alginítom. Výraznejší i keď štatisticky nepreukazný vplyv na obsah vlákniny a N-látok ako samotná výživa porastu malo botanické zloženie. S vyšším zastúpením tráv v poraste sa zvyšoval obsah vlákniny ($r = 0,05$) v sušine porastu, podiel bôbovitých a bylín zas zvyšoval obsah N-látok v sušine porastov ($r = 0,08$; resp. $0,07$). Vzhľadom na fyziologické požiadavky zvierat by mal optimálny obsah vápnika v sušine krmiva byť na úrovni $5-7 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ (VELICH, 1991; SOMMER *et al.*, 1994) a obsah fosforu na úrovni $2,8 - 3,5 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ (SOMMER *et al.*, 1994; BÍRO, *et al.*, 2009). Nami zaznamenané hodnoty boli pri obsahu Ca v sušine fyto­masy vyššie v priemere o $3,9 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ a pri obsahu P nižšie v priemere o $2,1 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$. Z hľadiska správnej výživy zvierat je teda nutné doplniť do kŕmnej dávky chýbajúce minerálne látky (v našom prípade P). Optimálny pomer vápnika a fosforu by mal byť počas laktácie $1,5-2 : 1$ (SOMMER *et al.*, 1994). SOMMER *et al.* (1994) uvádza v požiadavkách potrieb živín pre dojnicu o živej hmotnosti

600 kg 5,32 až 5,85 MJ NEL.kg⁻¹ sušiny, kravám s nižšou úžitkovosťou postačuje krmivo s koncentráciou energie v rozpätí 4,8 až 5,3 MJ NEL. Nami zaznamenané hodnoty NEL v sušine pokusných porastov (5,30 – 5,31 MJ.kg⁻¹) by podľa uvedeného postačovali pre dojnice s nižšou úžitkovosťou.

Tab. 6 Priemerný obsah živín v sušine fytomasy (± štandardná chyba priemeru)

Variant	N-látky	Vláknina	Ca	P	PDIN	NEL
	(g.kg ⁻¹ sušiny)					(MJ.kg ⁻¹)
1	119,11 ±	254,48 ±	10,72 ±	2,08 ±	74,24 ±	5,31 ±
	18,25	23,50	2,10	0,36	11,37	0,10
2	121,90 ±	253,65 ±	11,18 ±	2,23 ±	75,99 ±	5,30 ±
	19,79	22,71	2,53	0,39	12,34	0,09
3	122,48 ±	254,34 ±	11,33 ±	2,10 ±	76,34 ±	5,30 ±
	16,87	23,22	2,26	0,32	10,52	0,08
4	117,96 ±	255,54 ±	10,20 ±	2,05 ±	73,53 ±	5,31 ±
	17,57	27,91	2,81	0,36	10,95	0,08

Záver

Počas šiestich rokov sme sledovali vplyv jednorazovej aplikácie alginitu na zastúpenie hlavných floristických skupín v trvalom trávnom poraste, na výšku produkcie a obsah živín vo fytomase porastu pri stúpajúcej dávke tejto nerudnej suroviny. Z dosiahnutých výsledkov vyplýva, že alginit spôsobil nevýrazné zmeny v zastúpení hlavných floristických skupín, ktoré sa však signifikantne prejavili na produkcii sušiny. Výraznejší i keď štatisticky nepreukazný vplyv na obsah živín a minerálnych látok v nadzemnej fytomase, ako samotná výživa porastu malo botanické zloženie. Z tu prezentovaných výsledkov vyplýva potreba ďalšieho výskumu tohto zdroja živín slovenskej proveniencie, pretože niektoré výsledky sú nejednoznačné. Prejavy by sa mali sledovať pri pravidelnej každoročnej alebo periodicke sa opakujúcej sa aplikácii. Zároveň by bolo vhodné rozšíriť sledovania aj o potenciálnu sekvestráciu uhlíka v dôsledku zvetrávania silikátov stabilizujúcich až zvyšujúcich pôdnu úrodnosť.

Literatúra

- BELÁČEK, B. 1998. Možnosti využitia novej ekologickej suroviny – alginitu pri hospodárení v chránených územiach. Ochrana prírody 1998 (16) 1: 5-15.
- BELÁČEK, B. 2003. Alginit: podpora pri ochrane aj pred suchom. Les 2003(9) 1: 13-14.
- BÍRO, D. – PAJTÁŠ, M. – HORNIÁKOVÁ, E. – ŠIMKO, M. – JURÁČEK, M. – GÁLIK, B. – GARLÍK, J. 2009. Výživa zvierat. 2. Prepracované Vydanie, Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2009, 173 s., ISBN 978-80-552 - 0321-8.
- CUKOR, J. – LINHART, L. – VACEK, Z. – BALÁŠ, M. – LINDA R. 2017. The effects of Alginite fertilization on selected tree species seedlings performance on afforested agricultural lands, In: Central European Forestry Journal, 63 (2017), p. 48-56
- GIBSON, D.J. 2009. Grasses and grassland ecology. Oxford University Press : Oxford, p. 305, ISBN 978-0-19-852919-4.
- GÖMÖRYOVÁ, E. – VASS, D. – PICHLER, V. – GÖMÖRY, D., 2009: Effect of aginite amendment on microbial activity and soil water content in forest soils. Biologia, 64:585-588.
- HOLÚBEK, R. – JANČOVIČ, J. – GREGOROVÁ, H. – NOVÁK, J. – ĎURKOVÁ, E. – VOZÁR, Ľ. 2007. Krmovinárstvo – manažment pestovania a využívania krmovín. SPU : Nitra, 419 s. ISBN 978-80-8069-911-6.

8. JASČUŠKA, B. 2007. Vplyv substrátu a technológie pestovania na kvalitatívne a kvantitatívne parametre koreňových systémov smreka obyčajného (*Picea abies* (L.) Karst.). Diplomová práca, 2007.
9. KÁDÁR, I. – RAGÁLYI, P. – MURÁNYI, A. – RADIMSZKY, L. – GAJDÓ, A., 2015: Effect of Gércé alginít on the fertility of an acid sandy soil. *Agrokémia és Talajtan*, 64:437–452.
10. KUBAŠOVÁ, I. – STROMPFOVÁ, V. – FARBÁKOVÁ, J. – MAĐARI, A. – GANCARČÍKOVÁ, S. – MUDROŇOVÁ, D. – LAUKOVÁ, A. 2016. Alginite as suitable compound for combination with *Lactobacillus fermentum* CCM 7421 in dogs. In: International scientific conference on probiotics and prebiotics, Budapest. PAMIDA: Kysucké Nové Mesto, p. 104. ISBN 978-80-89589-14-2
11. KULICH, J. – VALKO, J. – OBERNAUER, D. 2001. Perspective of exploitation of alginít in plant nutrition. *Journal of Central European Agriculture* 2001 (2-3) 3-4: 199-206.
12. LEHMAN, C.L. – TILMAN, D. 2000. Biodiversity, stability, and productivity in competitive communities. *American Naturalist* 2000 (156) 5: 534-552.
13. LICHNER, S. – MORHÁČ, P. – ŠANTA, M., FOLKMAN, I. – ŠINKOVIC, J. – KVIETOK, J. – LOBOTKA, I. 1977. Lúky a pasienky. *Príroda* : Bratislava, 423 s.
14. LICHNER, S. – KLESNIL, A. – HALVA, E. 1983. Krmovinárstvo. *Príroda*: Bratislava, 548 s.
15. NOVÁK, J. 2008. Pasienky, lúky a trávniky. *Patria* : Prievidza, 708 s. ISBN 978-80-85674-23-1.
16. PICHLER, V. – BUBLINEC, E. – VASS, D. – GREGOR, J. 2001. Ecological-productive properties of Slovak alginite. *Ecology (Bratislava)* 2001 (20) suppl. 3: 399-405.
17. REPÁČ, I. 2007. Ectomycorrhizal formation and growth of *Picea abies* seedlings inoculated with alginite bead fungal inoculum in peak and bark compost substrates. *Forestry* 2007 (80) 5: 517-530.
18. SARVAŠOVÁ, I. 2009. Hodnotenie vplyvu alinitu na rast sadeníc jedle bielej (*Abies alba* Mill.) a smreka obyčajného (*Picea abies* [L.] Karst.). *Acta Facultatis Forestalis* 2009 (51) 1: 7-14.
19. SENFTLE, J.T. – LANDIS, C.R. – MCLAUGHLIN, R.L. 1993. Organic petrographic approach to kerogen characterization. In: Engel, M.H. – Macko, S.A. (eds) *Organic Geochemistry: Principles and Applications*. New York: Springer Science + Business Media, LLC, pp. 355-374. ISBN 978-1-4615-2890-6
20. SOMMER, A. – Čerešňáková, Z. – Frydrych, Z. 1994: Potreba živín a výživná hodnota krmív pre hovädzí dobytok, ovce a kozy. *Nitra: VÚŽV*, 1994, 113 s. ISBN 80-967057-1-7.
21. SZABÓ, L. P., 2004: Characterization of alginite humic acid content. *PERMEA 2003, Membrane Science and Technology Conference of Visegrad Countries, Tatranské Matliare*, 7.–11. 9. 2003, p. 85–91
22. TUŽINSKÝ, M. – KUPKA, I. – PODRAZKÝ, V. – PRKNOVÁ, H. 2015. Influence of the mineral rock alginite on survival rate and re-growth of selected tree species on agricultural land. *Journal of Forest Science* 2015 (61) 9: 399-405.
23. VASS, D. – KONEČENÝ, V. – ELEČKO, M. – MILIČKA, J. – SNOPOKOVÁ, P. – ŠUCHA, V. – KOZÁČ, J. – ŠKRABINA, R. 1997. Alginít – nový zdroj slovenského nerudného potenciálu (ložisko Pinciná). *Mineralica Slovaca* 1997 (29) 1: 1-39.
24. VELICH, J. – PETŘÍK, M. – REGAL, V. – TUREK, F. – ŠTRÁFELDA, J. 1991. *Picninářství*. Praha: Vysoká škola zemědělská, 1991. 204 s. ISBN 80-213-0106-6.
25. *Vestník MPRV SR Ročník XXXIV 28.február 2002 čiastka 4/18,19*

26. *VYHLÁŠKA MPRV SR 151/2016 Ministerstva pôdohospodárstva a rozvoja vidieka o agrochemickom skúšaní pôd a používaní hnojív, príloha č. 4.*
27. Výnos MPRV SR č. 2145/2004-100, ktorým sa mení a dopĺňa výnos č. 1497/1/1997-100 o úradnom odbere vzoriek a o laboratórnom skúšaní a hodnotení krmív v znení výnosu Ministerstva pôdohospodárstva Slovenskej republiky č. 149/2/2003-100.

Pod'akovanie

Tento príspevok bol spracovaný vďaka podpore Programu cezhraničnej spolupráce Maďarská republika-Slovenská republika 2007-2013 v rámci EÚ: HUSK/1101/2.2.1/0158 Klímapark, spolufinancovaného zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja EÚ / webová stránka Operačného Programu (www.husk-cbc.eu alebo www.hungary-slovakia-cbc.eu).

Kontaktná adresa

RNDr. Štefan Pollák, e-mail: stefan.pollak@nppc.sk, Ing. Mariana Jančová, PhD. e-mail: mariana.jancova@nppc.sk, Ing. Miriam Kizeková, PhD., e-mail: miriam.kizekova@nppc.sk, Ing. Zuzana Dugátová, e-mail: zuzana.dugatova@nppc.sk

¹Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva Banská Bystrica, Mládežnícka 3758/36, 974 21 Banská Bystrica, Ing. Norbert Britaňák, PhD., e-mail: norbert.britanak@nppc.sk

²NPPC – VÚTPHP Regionálne výskumné pracovisko Liptovský Hrádok, Gašperikova 599, 033 01 Liptovský Hrádok, Ing. Katarína Hrčková, e-mail: katarina.hrckova@nppc.sk

³NPPC – Výskumný ústav rastlinnej výroby, Bratislavská cesta 122, 921 68 Piešťany

VPLYV APLIKÁCIE PRÍPRAVKU AQUAHOLDER NA FORMOVANIE RASTLINY A ÚRODU ZRNA KUKURICE SIATEJ (*ZEa MAYS L.*)

IMPACT OF AQUAHOLDER APPLICATION ON PLANT FORMATION AND GRAIN YIELD OF MAIZE (*ZEa MAYS L.*)

Marek RAŠOVSKÝ – Vladimír PAČUTA – Ivan ČERNÝ – Dávid ERNST

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre – KRVTE

Abstract

The experiment with maize was established under field conditions in 2018. The effect of seed treatment by superabsorbent Aquaholder on increasing of root growth and final yield of maize grain was studied. By observation during vegetation, we found out an increased formation of the root system (+ 8,96%), but also the leaf mass (+ 14,32%) at the variant with the application of Aquaholder in comparison to the control variant. At the end of the vegetation, we achieved a higher grain yield at the Aquaholder variant 8.77 t.ha⁻¹, which was 26,37% more compared to the control variant. The overall effect of the product as well as the differences within the factor were evaluated as statistically highly significant ($P \leq 0.01$).

Keywords: maize, Aquaholder, grain yield, root, leaf mass

Súhrn

Experiment s kukuricou siatou bol založený v poľných podmienkach v roku 2018. Sledovaný bol vplyv ošetrenia osiva superabsorbčným polymérom v prípravku Aquaholder a jeho vplyv na mohutnosť koreňového systému a na finálnu úrodu zrna kukurice. Pozorovaním počas vegetácie sme zistili zvýšenú tvorbu koreňovej hmoty (+8,96%) ale aj hmoty listového aparátu (+14,32%) na variante s aplikáciou prípravku Aquaholder v porovnaní s kontrolným variantom. Na konci vegetácie sme dosiahli vyššiu úrodu zrna na variante Aquaholder 8,77 t.ha⁻¹, čo bolo v porovnaní s kontrolným variantom o 26,37% viac. Celkový vplyv prípravku, ako i rozdiely v rámci faktora boli vyhodnotené ako štatisticky vysoko preukazné ($P \leq 0.01$).

Kľúčové slová: kukurica siata, Aquaholder, úroda zrna, koreň, listová hmota

Úvod

Kukurica siata (*Zea mays L.*) je považovaná za jednu z najvýznamnejších obilnín vo výžive a tiež za významnú bioenergetickú plodinu (BASSU et al., 2014). S rastúcim trendom globálnych klimatických zmien sa očakáva, že úroda zrna a kvalita kukurice siatej sa bude v dôsledku biotických a abiotických stresov znižovať (SABAGH et al., 2018). Spomedzi abiotických faktorov, sucha je jedno z najväčších obmedzení, ktoré limituje produktivitu poľných plodín (HASSAN et al., 2016). Nedostatok vlhky a strata pôdnej vlhkosti v dôsledku prebiehajúcich environmentálnych zmien a tiež zmien v súvislosti s využívaním pôdy sú veľkými výzvami v systéme pestovania kukurice (EFEOĞLU et al., 2009). Na zvýšenie tzv. vodného statusu pôdy a rast plodín v oblastiach s obmedzeným prísunom vody sa osvedčila aplikácia multifunkčných superabsorpčných polymérov (SAP). Tieto pôdne aditíva dokážu zadržať 10-1000 krát viac vody, ako je ich vlastná hmotnosť prostredníctvom gradientu osmotického potenciálu medzi vnútornou a vonkajšou membránou (YANG et al., 2018). Aplikácia hydrofilných polymérnych materiálov, ako regulátora uvoľňovania živín je tiež užitočná z pohľadu znižovania nežiadúcich strát hnojív pri súčasnom udržaní intenzívneho rastu plodín (CHAITHRA, SRIDHARA, 2018). Medzi ďalšie výhody aplikácie týchto látok patrí zlepšenie klíčenia rastlín, rast plodín a tiež zvýšenie úrody (YAZDANI et al., 2007), zlepšenie fyzikálnych vlastností pôdy a zníženie požiadaviek na zavlažovanie (BLODGETT

et a., 1993)

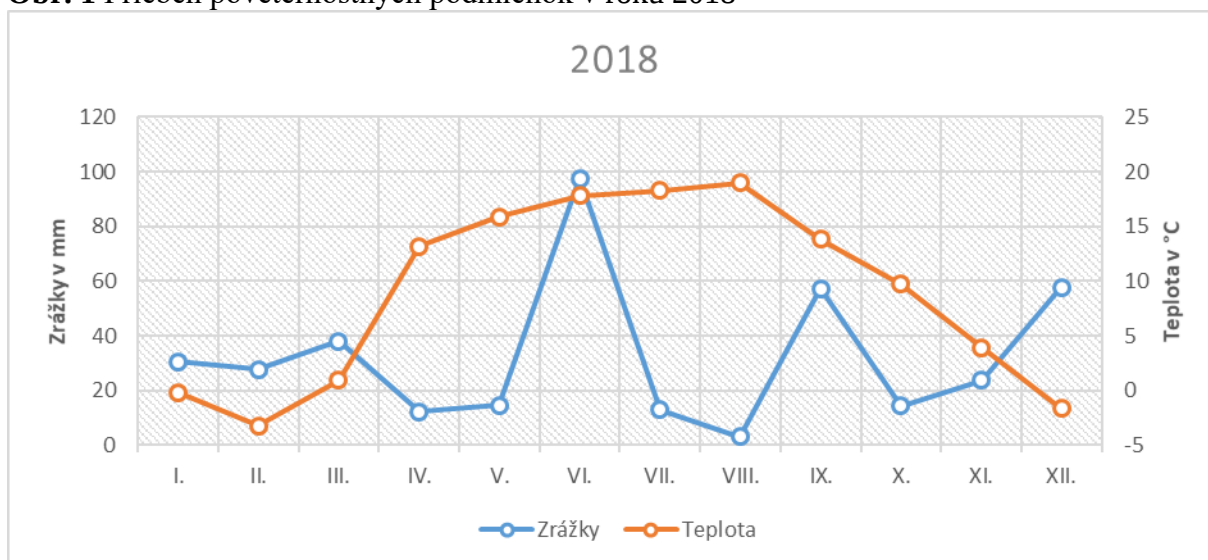
Materiál a metódy

Experiment s kukuricou siatou bol založený v roku 2018 v poľných podmienkach na Výskumnej stanici Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre, kde svoje pokusy realizuje Katedra rastlinnej výroby a trávnych ekosystémov. Táto lokalita je situovaná v kukuričnej výrobnjej oblasti a je charakteristická nízkymi zrážkami a vysokými teplotami počas hlavnej vegetačnej doby. Pôda v danej lokalite obsahuje nízke zásoby živín, so slabou kyslosťou pH a nízkym obsahom humusu. V oševnom postupe bola kukurica siata zaradená po pšenici letnej forme ozimnej, po zbere ktorej bola vykonaná podmietačka a na jeseň nasledovala stredná orba do 0,18 m so zaoraním maštalného hnoja a priemyselných PK hnojív. Sejba bola vykonaná 4 riadkovou sejačkou v poslednej dekáde apríla. Do pokusu bol vybratý hybrid ES Mosquito (FAO 350). Sledované boli dva varianty pokusu, kontrolný variant a variant s ošetrovaním osivom prípravkom Aquaholder od spoločnosti PEWAS s.r.o. Každý variant bol vysiaty v troch opakovaní. Počas vegetácie boli vo vybraných fázach realizované odbery vzoriek (10 rastlín) pre analýzu koreňového systému a listového aparátu. Zber bol realizovaný na začiatku druhej dekády októbra upraveným kombajnom a získané výsledky boli štatisticky vyhodnotené v programe Statistica 10.

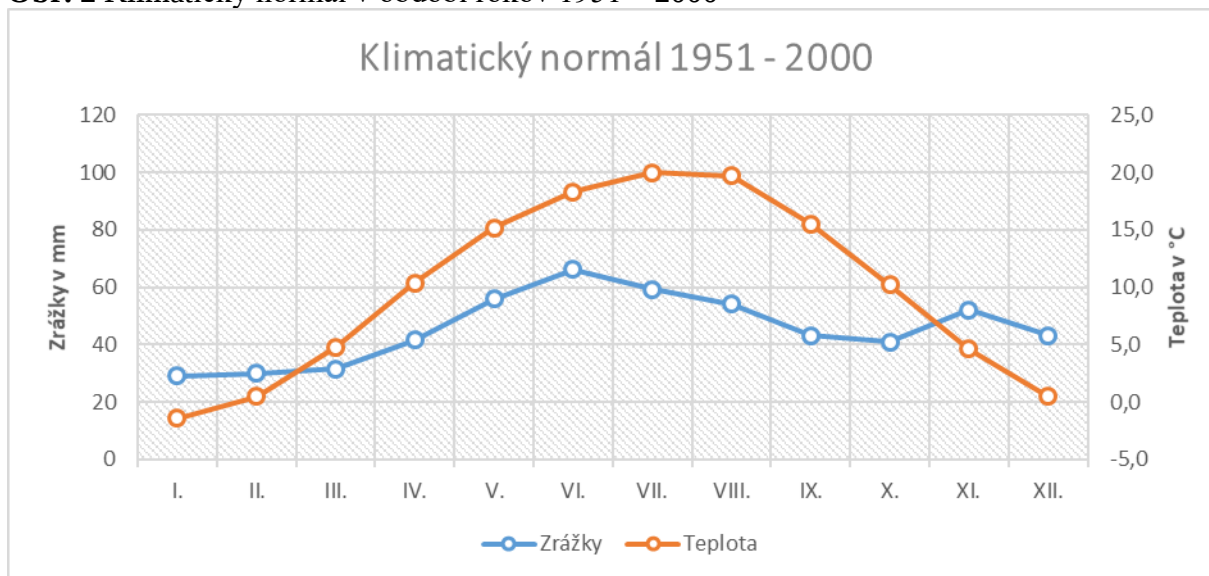
Výsledky a diskusia

Vo vegetačnom ročníku 2018 sme zaznamenali najmä v počiatočných fázach rastu kukurice siatej dlhé obdobie bez výrazných zrážok (Obr. 1). Najmä mesiac máj možno charakterizovať ako extrémne suchý v porovnaní s klimatickým normálom (Obr. 2), čo sa v poľných podmienkach prejavilo na oneskorení vzchádzaní a spomalení rastu kukurice na kontrolnom variante. Pri pohľade na priebeh poveternostných podmienok ročníka 2018 (Obr. 1) možno vidieť, že zrážky počas celého roka mali nevyrovnaný charakter, kedy sme zaznamenali obdobia s nedostatkom zrážok, ktoré striedali mesiace s nadštandardným úhrnom v porovnaní s klimatickým normálom pre dané územie. Tieto výkyvy pôsobia stresujúco na rast poľných plodín. Na variante s osivom ošetrovaním prípravkom Aquaholder sme pomocou kvantitatívnych analýz vo fáze 7.-8. listu, zistili mohutnejší koreňový (+8,96%) a aj listový aparát (+14,32%) v porovnaní s kontrolným neošetrovaným variantom.

Obr. 1 Priebeh poveternostných podmienok v roku 2018

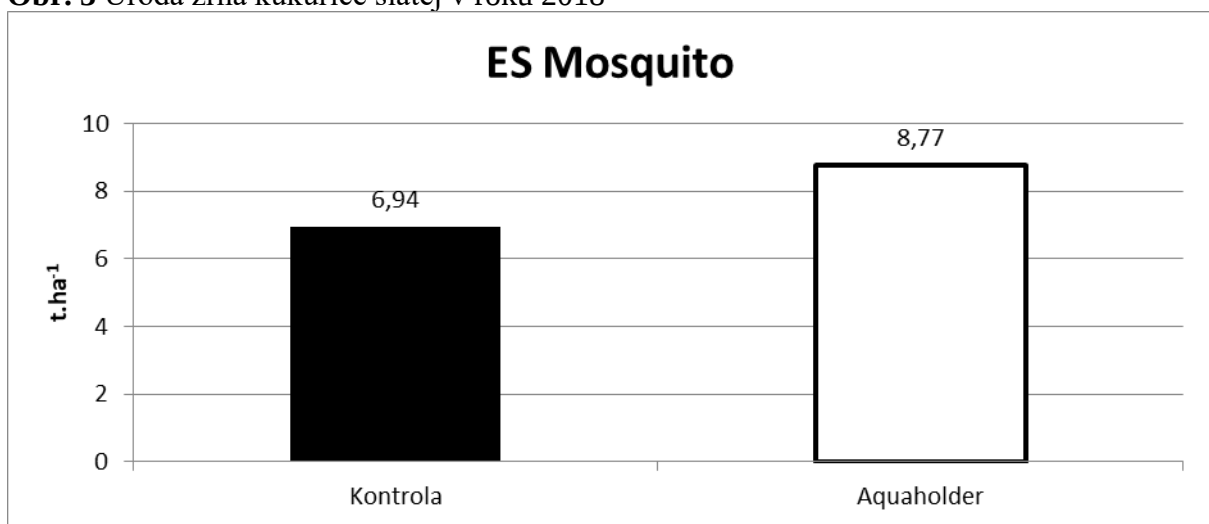


Obr. 2 Klimatický normál v období rokov 1951 – 2000



Vyhodnotenie pestovateľského ročníka 2018 potvrdilo, že na variante s osivom ošetrovaným prípravkom Aquaholder sme dosiahli vyššiu úrodu zrna kukurice satej $8,77 \text{ t.ha}^{-1}$ (Obr. 3), čo bolo v porovnaní s kontrolným variantom o $1,83 \text{ t.ha}^{-1}$ viac (rel. +26,37%) a Tukeyovým testom kontrastov bolo potvrdené, že tento rozdiel bol štatisticky vysoko preukazný (Tabuľka 2). Vysoká preukaznosť bola zistená aj v rámci vplyvu ošetrovania na sledovanú úrodu zrna testovaním pomocou Analýzy rozptylu (Tabuľka 1). Preukaznosť vplyvu SAPs na zrýchlenie rastu, zvýšenie úrody ale i kvality bola potvrdená vo viacerých experimentálnych pozorovaniach (Rehman et al., 2011; Grabiński and Wyzińska, 2018; Kumar et al., 2018).

Obr. 3 Úroda zrna kukurice satej v roku 2018



Tab. 1 ANOVA pre sledovaný faktor v roku 2018

Zdroj variability	Úroda zrna (t.ha^{-1})
Variant	0,0001**
Opakovanie	0,9953

Tab. 2 Tukeyov test kontrastov vo vnútri sledované faktora ($\alpha=0,01$)

Faktor	Úroda zrna (t.ha ⁻¹)	
Variant	Priemer	HG
Kontrola	6,94	a
Aquaholder	8,77	b

*Indexy a,b charakterizujú preukaznosť rozdielu

**HG – homogénne skupiny

Záver

Experimentálnym pozorovaním kukurice siatej v roku 2018 sme zistili vysoko preukazný vplyv aplikácie prípravku Aquaholder na báze SAPs na úrodu zrna. Pomocou laboratórnych analýz vykonaných vo fáze 7.-8. listu plodiny sme zistili zvýšenú hmotnosť koreňového systému i nadzemnej fytohmoty na variante s Aquaholderom, čo sa odrazilo na zvýšení úrody zrna na tomto variante v porovnaní s kontrolným variantom. Tento rozdiel bol potvrdený taktiež štatistickým hodnotením.

Literatúra

1. BASSU, S. – BRISSON, N. – DURAND, J. L. – BOOTE, K. – LIZASO, J. – JONES, J. W. – ROSENZWEIG, C. – RUANE, A. C. – ADAM, M. – BARON, C. et al. 2014. How do various maize crop models vary in their responses to climate change factors? In *Glob. Chang. Biol.*, vol. 20, pp. 2301-2320. DOI: 10.1111/gcb.12520.
2. BLODGETT, A. M. – BEATTIE, D. J. – WHITE, J. W. – ELLIOTT, G.C. 1993. Hydrophilic Polymers and Wetting Agents Affect Absorption and Evaporative Water Loss. In *HortScience*, vol. 28 (6), pp. 633-635. DOI: 10.21273/HORTSCI.28.6.633.
3. EFEÖĞLU, B. – EKMEKÇI, Y. – ÇIÇEK, N. 2009. Physiological responses of three maize cultivars to drought stress and recovery. In *Botany*, vol. 75 (1), pp. 34-42. DOI: 10.1016/j.sajb.2008.06.005.
4. GRABINSKI, J. – WYZIŃSKA, M. 2018. The effect of superabsorbent polymer application on yielding of winter wheat (*Triticum aestivum* L.). In *Research for Rural Development*, vol. 2, pp. 55-61. DOI: 10.22616/rrd.24.2018.051.
5. HASSAN, H. M. – ARAFAT, E. F. A. – SABAGH, E. L. 2016. Genetic Studies on Agro-Morphological Traits in Rice (*Oryza sativa* L.) under Water Stress Conditions. In *Journal of Agricultural Biotechnology*, vol. 1, pp. 76-84.
6. CHAITHRA, G. M. – SRIDHARA, S. 2018. Growth and yield of rainfed maize as influenced by application of super absorbent polymer and Pongamia leaf mulching. In *International Journal of Chemical Studies*, vol. 6 (5), pp. 426-430. ISSN 2321-4902.
7. KUMAR, R. R. – NAKUDERI, S. – KOLAKAR, S. S. – HANUMANTHAPPA, M. – SHIVAPRASAD, M. – DHANANJAYA, B. N. 2018. Effect of hydrogel on growth, fresh yield and essential oil content of ginger (*Zingiber officinale* Rosc.). In *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, vol. 3, pp. 482-485. ISSN 2278-4136.
8. REHMAN, A. – AHMAD, R. – SAFDAR, M. 2011. Effect of hydrogel on the performance of aerobic rice sown under different techniques. In *Plant Soil Environ.*, vol. 57, pp. 321-325. DOI: 10.17221/81/2011-PSE.
9. SABAGH, A. E. L. – HOSSAIN, A. – BARUTÇULAR, C. et al. 2018. Sustainable maize (*Zea mays* L.) production under drought stress by understanding its adverse effect, survival mechanism and drought tolerance indices. In *Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences*, vol. 6 (2), pp. 282-295. DOI: 10.18006/2018.6(2).282.295.
10. YANG, W. – GUO, S. – LI, P. – SONG, E. – YU, J. 2018. Foliar antitranspirant and soil superabsorbent hydrogel affect photosynthetic gas exchange and water use efficiency of

- maize grown under low rainfall conditions. In *J. Sci. Food Agric.*, vol. 99, pp. 350-359. DOI: 10.1002/jsfa.9195.
11. YAZDANI, F. – ALLAHDADI, I. – AKBARI, G. A. 2007. Impact of Superabsorbent Polymer on Yield and Growth Analysis of Soybean (*Glycine max* L.) Under Drought Stress Condition. In *Pakistan Journal of Biological Sciences*, vol. 10 (23), pp. 4190-4196. DOI: 10.3923/pjbs.2007.4190.4196.

PodĎakovanie

Príspevok vznikol za finančnej podpory projektu VEGA 1/0530/18 „Výskum produkcie významných druhov poľných plodín v klimaticky meniacich sa podmienkach“.

Kontaktná adresa

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

ZVÝŠENIE ÚRODY ZRNA KUKURICE SIATEJ (*ZEa MAYS* L.) VPLYVOM APLIKÁCIE BIOAKTÍVNYCH LÁTOK INCREASING OF MAIZE (*ZEa MAYS* L.) GRAIN YIELD BY INFLUENCE OF BIOACTIVE COMPOUNDS APPLICATION

Marek RAŠOVSKÝ – Vladimír PAČUTA – Ivan ČERNÝ – Dávid ERNST

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre – KRVTE

Abstract

In 2017 and 2018 was established an experiment with maize (*Zea Mays* L.) in dry and warm climatic zone at the SPU research station (EXBA Malanta). In the experiment, the course of weather conditions of experimental years, the different combination of Nano Gro Aqua and their influence on the final production were monitored. A significant and highly demonstrable difference in grain yield (37.76%) was found in more favour year 2018. The main factor of the experiment was a variant with different forms of application of the biostimulant Nano-Gro® Aqua. The highly significant effect of biostimulant application on maize grain yield was found. The higher and high significant value of grain yield 7,18 t.ha⁻¹ was reached on variant with combination of treated seed with Nano Gro® Aqua and foliar application of the same agent during the vegetation. The lowest value of yield 5,59 t.ha⁻¹ was found in the control variant.

Keywords: maize, biostimulant, grain yield, weather conditions

Abstrakt

V rokoch 2017 a 2018 bol založený experiment s kukuricou siatou (*Zea mays* L.) v suchej a teplej klimatickej oblasti výskumnej stanice SPU (EXBA Malanta). V pokuse bol sledovaný priebeh poveternostných podmienok experimentálnych rokov, rôzne kombinácie prípravku Nano-Gro® Aqua a ich vplyv na výslednú produkciu. Zistený bol výrazný a vysoko preukazný rozdiel v úrode zrna (37,76%) v prospech ročníka 2018. Hlavným faktorom pokusu bol variant s rôznou formou aplikácie biostimulantu Nano-Gro® Aqua. Zistený bol vysoko preukazný vplyv aplikácie biostimulantu na úrodu zrna kukurice. Vysoko preukazne najvyššia hodnota úrody zrna 7,18 t.ha⁻¹ bola dosiahnutá na variante s kombináciou namoreného osiva prípravkom Nano-Gro® Aqua a foliárnym ošetrením porastu týmto prípravkom počas vegetácie. Najnižšia hodnota 5,59 t.ha⁻¹ bola zistená na kontrolnom variante.

Kľúčové slová: kukurica siata, biostimulant, úroda zrna, poveternostné podmienky

Úvod

Kukurica siata je jednou z najdôležitejších jedlých obilnín a tiež plodinou využívanou v oblasti bioenergetiky (SONG et al., 2019). Pestovateľské plochy vo svete sa pohybujú na úrovni 193 miliónov hektárov s produkciou zrna 1147 miliónov ton, zatiaľ čo v EU28 sú pestovateľské plochy na úrovni 8 miliónov hektárov s celkovou produkciou 69 miliónov ton zrna (FAO, 2020). Jedným z faktorov, ktoré sa najviac podieľajú na redukcii rastu a produktivity plodín v poľnohospodárstve je sucho (SANDHYA et al., 2010). Je známe, že kukurica je najviac senzitívna na sucho počas vegetačnej sezóny, špeciálne však v počas reprodukčnej fázy rastu (MI et al., 2018). Jednou z možností ako zmierniť negatívny vplyv biotických a abiotických stresov je aplikácia biostimulantov rastu na list počas vegetácie (HALPERN et al., 2015). Biostimulanty je možné definovať ako materiály pozostávajúce z jedného alebo viacerých mikroorganizmov (NARDI et al., 2016) a výhodami týchto látok je, že sú schopné zvýšiť využiteľnosť živín plodinami, ale najmä zvýšiť toleranciu voči

biotickým a abiotickým stresom (BULGARI et al., 2015).

Materiál a metódy

Počas vegetačných ročníkov 2017 a 2018 prebiehali experimentálne pozorovania s kukuricou siatou na výskumnej stanici Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre, ktorá sa nachádza v kukuričnej výrobnjej oblasti neďaleko obce Dolná Malanta. Táto oblasť je charakteristická suchým a teplým priebehom poveternostných podmienok, v oblasti sa nachádzajú menej úrodné hnedozeme s obsahom humusu pod 2,5% a slabo kyslou pôdnou reakciou. V oševnom postupe výskumnej stanice je kukurica zaraďovaná po pšenici letnej forme ozimnej. Do pokusu bol vybraný hybrid Codiese s FAO 330, ktorý bol vysiaty v 4 variantoch:

- V0 Kontrolný variant
- V1 Prípravok Nano-Gro® Aqua (postrek)
- V2 Prípravok Nano-Gro® Aqua (morené osivo)
- V3 Nano-Gro® Aqua (postrek + morené osivo)

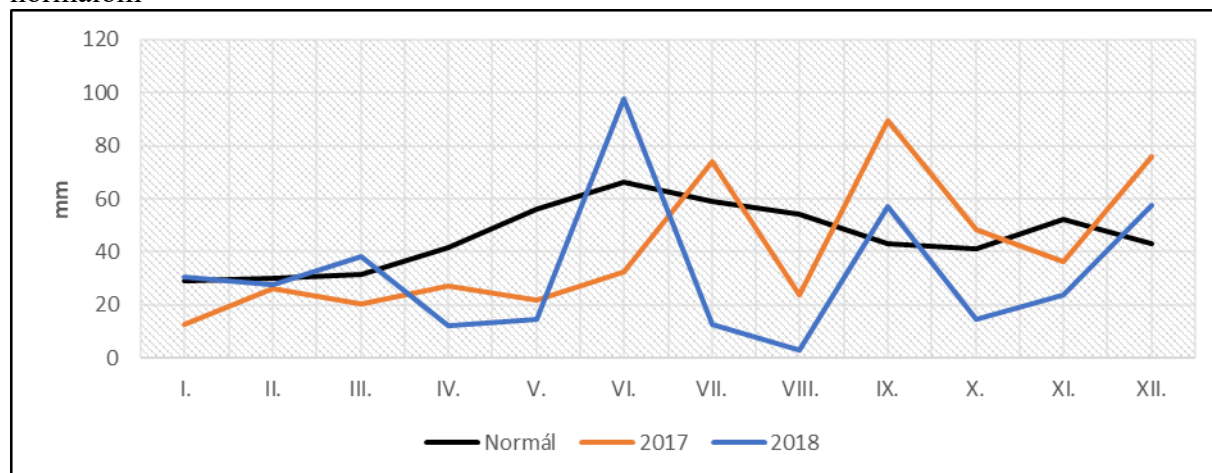
Foliárna aplikácia prípravku Nano-Gro® Aqua bola vykonaná v rastovej fáze kukurice BBCH 24-26 maloparcelovým postrekovačom. Zber prebiehal v plnej zrelosti zrna upraveným kombajnom pre zber kukurice a výsledky pokusov boli spracované v štatistickom programe Statistica 10 (ANOVA, Tukey test).

Výsledky a diskusia

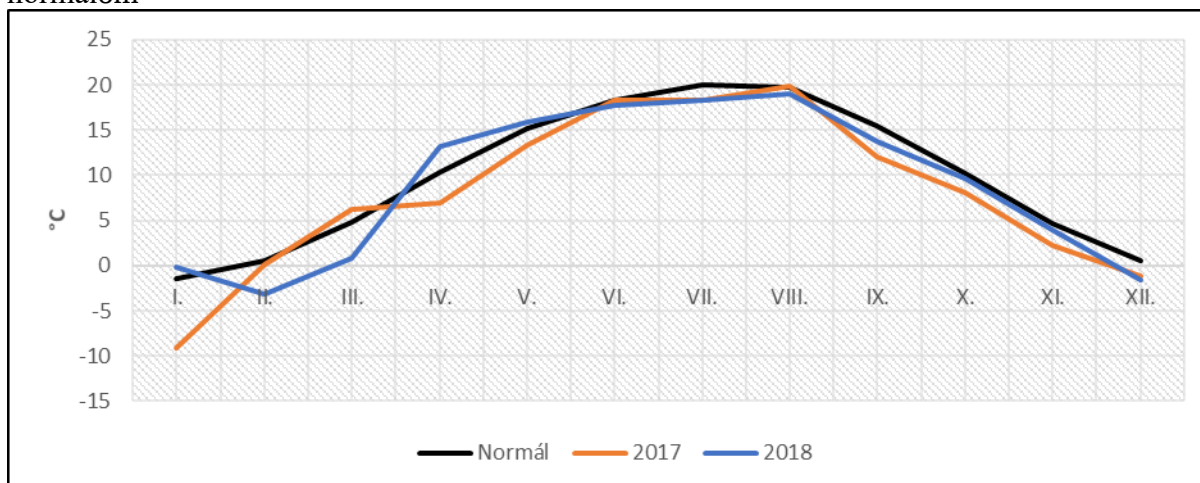
Priebeh poveternostných podmienok

Priebeh poveternostných podmienok ročníka sa významnou mierou podieľa na výslednej úrode poľných plodín. V posledných rokoch zaznamenávame extrémne rozdiely v priebehu počasia (RAŠOVSKÝ, 2019). Ako možno vidieť na Obr. 1 a 2, výnimkou neboli ani pokusné roky 2017 a 2018, kedy boli zaznamenané veľké rozdiely v úhrne zrážok a sume teplôt počas vegetácie v porovnaní s klimatickým normálom. V oboch ročníkoch sa striedali dlhé intervaly sucha s občasnými výkyvmi reprezentovanými privalovými dažďami najmä v letných mesiacoch. Zatiaľ čo v ročníku 2017 bolo zaznamenané extrémne sucho v kritických fázach rastu na začiatku vegetácie až do mesiaca júl, v roku 2018 bolo zaznamenané veľmi suché obdobie do mesiaca jún, kedy padli výdatné zrážky. SHAW (1977) uvádza, že minimálny úhrn zrážok v letnom období (jún-august) pre rentabilné pestovanie kukurice je 150 mm.

Obr. 1 Úhrn zrážok počas experimentálnych rokov 2017 a 2018 v porovnaní s klimatickým normálom



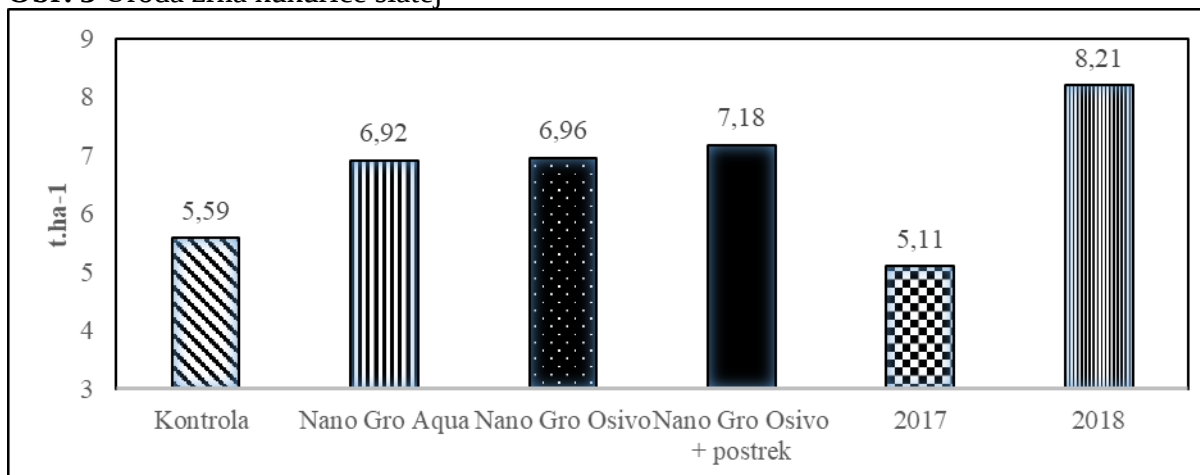
Obr. 2 Suma teplôt počas experimentálnych rokov 2017 a 2018 v porovnaní s klimatickým normálom



Úroda zrna

Značné rozdiely v priebehu poveternostných podmienok pokusných rokov sa prejavili aj na výsledkoch produkcie zrna. Zistený bol štatisticky vysoko preukazný vplyv poveternostných podmienok ročníka na úrodu zrna (Tab. 1). V ročníku 2018 bola dosiahnutá úroda zrna $8,21 \text{ t.ha}^{-1}$, čo bolo v porovnaní s ročníkom 2017 o $3,10 \text{ t.ha}^{-1}$ (rel. 37,76%) viac a tento rozdiel bol vyhodnotený ako štatisticky vysoko preukazný (Tab. 3). V sledovaných variantoch pokusu bola zistená výrazná variabilita výsledkov produkcie zrna. Celkový vplyv faktora bol vysoko preukazný (Tab. 1). Najvyššia úroda zrna $7,18 \text{ t.ha}^{-1}$ v priemere pokusu bola dosiahnutá na variante V3 s vysoko preukazným rozdielom v porovnaní s ostatnými variantmi (Tab. 2). Vysoko preukazne v porovnaní ostatnými variantmi najnižšia hodnota $5,59 \text{ t.ha}^{-1}$ bola zistená na variante V0. Pozitívny vplyv aplikácie rôznych biostimulátorov rastu na zvýšenie produkcie a kvality zistili mnohí ďalší autori (PARRADO, et al., 2008; TEJADA et al., 2016; MCMANUS, FULLER, 2018).

Obr. 3 Úroda zrna kukurice siatej



Tab. 1 ANOVA pre sledované faktory experimentu

Zdroj variability	Úroda zrna (t.ha^{-1})
Ročník	0,0000**
Variant	0,0000**
Opakovanie	0,1624

Tab. 2 Tukeyov test kontrastov vo vnútri faktora variant ($\alpha=0,01$)

Faktor	Úroda zrna (t.ha ⁻¹)	
Variant s biostimulantom	Priemer	HG
Kontrola	5,59	b
Nano Gro Aqua	6,92	a
Nano Gro Osivo	6,96	a
Nano Gro Osivo + postrek	7,18	c

Tab. 3 Tukeyov test kontrastov vo vnútri faktora ročník ($\alpha=0,01$)

Faktor	Úroda zrna (t.ha ⁻¹)	
Ročník	Priemer	HG
2017	5,11	a
2018	8,21	b

*Indexy a,b,c charakterizujú preukaznosť rozdielu

**HG – homogénne skupiny

Záver

Experimentálnym pozorovaním aplikácií biostimulantu Nano-Gro® Aqua na kukuricu siatu v rokoch 2017 a 2018 sme zistili, že oba faktory pokusu ročník aj variant s biostimulantom mali vysoko preukazný vplyv na výsledky úrody zrna. Pozitívne a vysoko preukazné navýšenie úrody zrna v porovnaní s variantom V0 bolo zaznamenané na všetkých ostatných variantoch V1, V2 a V3. V porovnaní sledovaných rokov bol zistený vysoko preukazný rozdiel v hodnotách úrody zrna, s vyššou hodnotou v roku 2018. Možno konštatovať, že najvýznamnejší vplyv na parameter produkcie úrody zrna má priebeh poveternostných podmienok v sledovaných rokoch, avšak aplikáciou biostimulantov rastu je možné výrazne podporiť rast a produkciu kukurice v suchom a teplom klimatickom podnebí.

Literatúra

1. SONG, L. – JIN, J. – HE, J. 2019. Effects of Severe Water Stress on Maize Growth Processes in the Field. In *Sustainability*, vol. 11, art. 5086. DOI: 10.3390/su11185086.
2. FAO. 2020.Crops [online]. 2020 [cit. 2020-07-01].Dostupné na: < <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>>.
3. SANDHYA, V. – ALI, S. Z. – GROVER, M. – REDDY, G. – VENKATESWARLU, B. 2010. Effect of plant growth promoting Pseudomonas spp. on compatible solutes, antioxidant status and plant growth of maize under drought stress. In *Plant Growth Regul*, vol. 62, pp. 21-30. DOI: 10.1007/s10725-010-9479-4.
4. MI, N. – CAI, F. – ZHANG, Y. – JI, R. – ZHANG, S. – WANG, Y. 2018. Differential responses of maize yield to drought at vegetative and reproductive stages. In *Plant Soil Environ.*, vol. 64 (6), pp. 260-267. DOI: 10.17221/141/2018-PSE.
5. HALPERN, M. – BAR-RAL, A. – OFEK, M. – MINZ, D. – MULLER, T. – YERMIYAHU, U. 2015. The Use of Biostimulants for Enhancing Nutrient Uptake. In SPARKS, D. L. (ED.) *Advances in Agronomy*. New York: Elsevier, pp. 141–174. ISBN: 9780128021378.
6. BULGARI, R. – COCETTA, G. – TRIVELLINI, A. – VERNIERI, P. – FERRANTE, A. 2015. Biostimulants and crop responses: a review. In *Biological Agriculture & Horticulture*, vol. 31 (1), pp. 1-17. DOI: 10.1080/01448765.2014.964649.
7. NARDI, S. – PIZZEGHELLO, D. – SCHIAVON, M. – ERTANI, A. 2016. Plant biostimulants: physiological responses induced by protein hydrolyzed-based products and humic substances in plant metabolism. In *Scientia Agricola*, vol. 73 (1), pp. 18-23. DOI: 10.1590/0103-9016-2015-0006.

8. RAŠOVSKÝ, M. 2019. Pestovanie kukurice siatej pod vplyvom klimatických zmien. In Agroporadenstvo. [online]. 2020 [cit. 2020-07-01]. Dostupné na: <<http://agroporadenstvo.sk/index.php?pl=295&article=1459>>.
9. SHAW, R. H. 1977. Climatic requirement. In SPRAGUE, G. F. (ED.) *Corn and corn improvement*, Wisconsin: American Society of Agronomy, pp. 591-623.
10. PARRADO, J. – BAUTISTA, J. – ROMERO, E. J. – GARCÍA-MARTINEZ, A. M. – FRIAZA, V. – TEJADA, M. 2008. Production of a carob enzymatic extract: Potential use as a biofertilizer. In *Bioresource Technology*, vol. 99 (7), pp. 2312-2318. DOI: 10.1016/j.biortech.2007.05.029.
11. TEJADA, M. – RODRÍGUEZ-MORGADO, B. – GÓMEZ, I. – FRANCO-ANDREU, L. – BENÍTEZ, C. – PARRADO, J. 2016. Use of biofertilizers obtained from sewage sludges on maize yield. In *European Journal of Agronomy*, vol. 78, pp. 13-19. DOI: 10.1016/j.eja.2016.04.014.
12. MCMANUS, B. L. – FULLER, B. W. 2018. Foliar-Applied Biostimulant Effects on Maize Yield in the Absence of Corn Rootworm Larval Injury in Eastern South Dakota, 2016. In *Arthropod Management Tests*, vol. 43(1). DOI: 10.1093/amt/tsy014.

Pod'akovanie

Príspevok vznikol za finančnej podpory projektu VEGA 1/0530/18 „Výskum produkcie významných druhov poľných plodín v klimaticky meniacich sa podmienkach“.

Kontaktná adresa: Ing. Marek Rašovský, PhD., Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Katedra rastlinnej výroby a trávnych ekosystémov, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovensko, e-mail: marek.rasovsky@uniag.sk

**VPLYV ODRODY A HNOJENIA PRÍPRAVKAMI PROVEO
A AQUASTIM NA ÚRODU BULIEV, CUKORNATOSŤ A ÚRODU
POLARIZAČNÉHO CUKRU REPY CUKROVEJ**
INFLUENCE OF VARIETY AND FERTILIZATION BY PROVEO AND
AQUASTIM ON ROOT YIELD, SUGAR CONTENT AND POLARIZED
SUGAR YIELD OF SUGAR BEET

Marek RAŠOVSKÝ – Vladimír PAČUTA – Ivan ČERNÝ – Dávid ERNST

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre – KRVTE

Abstract

The main objectives of the experiment were to determine the influence of the application of different fertilization variants and selected varieties on the results of root yield, sugar content and polarized sugar yield of sugar beet in the dry and warm climate of the Nitra region. From the statistical evaluation of the results, it can be confirmed that the fertilization variant as well as the variety did not have a statistically significant effect on root yield. The highest value of root yield was found on the variant with the combined application of Proveo and Aquastim 68,83 t.ha⁻¹, resp. for the Alpaca variety 67,04 t.ha⁻¹. Both monitored factors had a highly significant effect on the sugar content and polarized sugar yield. In both monitored production parameters were found higher values in the Alpaca variety (Dg 17.46%; Psy 11.41 t.ha⁻¹). The highest value of sugar content was measured on the variant with the preparation Aquastim 17.95%, in the case of polarized sugar yield was the highest value on the variant with the combination of preparations Proveo and Aquastim 12.02 t.ha⁻¹.

Keywords: Proveo, Aquastim, variety, sugar beet, production parameters

Abstrakt

Hlavnými cieľmi pokusu bolo zistiť vplyv aplikácie rôznych variantov hnojenia a vybranej odrody na výsledky parametrov úroda buliev, cukornatosť a úrodu polarizačného cukru repy cukrovej v suchej a teplej klimatickej oblasti nitrianskeho regiónu. Zo štatistického hodnotenia výsledkov možno potvrdiť, že variant hnojenia a tiež odroda nemali štatisticky preukazný vplyv na úrodu buliev. Najvyššia hodnota úrody buliev bola zistená na variante s kombinovanou aplikáciou prípravkov Proveo a Aquastim 68,83 t.ha⁻¹, resp. pri odrode Alpaca 67,04 t.ha⁻¹. Oba sledované faktory mali vysoko preukazný vplyv na cukornatosť i úrodu polarizačného cukru. Pri oboch parametroch produkcie boli zistené vysoko preukazne vyššie hodnoty u odrody Alpaca (Dg 17,46%; Úpc 11,41 t.ha⁻¹). Najvyššia hodnota cukornatosti boli nameraná na variante s prípravkom Aquastim 17,95%, v prípade úrody polarizačného cukru na variante s kombináciou prípravkov Proveo a Aquastim 12,02 t.ha⁻¹.

Kľúčové slová: Proveo, Aquastim, odroda, repa cukrová, produkčné parametre

Úvod

Repa cukrová (*Beta vulgaris* L.) je jednou z najdôležitejších priemyselných plodín určených na produkciu cukru (PUSENKOVA et al., 2015). Sacharóza, ako hlavný asimilovaný uhl'ohydrát je ekonomicky zhodnotiteľná zložka repy cukrovej (BLOCH et al., 2006). Produkčný potenciál tejto plodiny však zostáva nevyužitý, pretože rastliny sú ovplyvňované mnohými abiotickými (teplota, vlaha, pesticídy a i.) a biotickými (choroby a škodcovia) stresmi, v dôsledku čoho sa znižujú hmotnostné prírastky buliev a tiež obsah cukru (BARBAGUS et al., 2004). Jedným z nástrojov na zvýšiť produktivitu porastu

pod vplyvom stresu zo sucha je hnojenie mikroelementami na list (NESEIM et al., 2014). Foliárne hnojenie plodín môže slúžiť ako doplnok ku konvenčnému hnojeniu do pôdy. Ak je toto hnojenie spojené s postemergentnou aplikáciou herbicídov, insekticídov, alebo fungicídov, rastie pravdepodobnosť zvýšenia úrody a znižujú sa náklady na jeho aplikáciu (FAGERIA et al., 2008). Fyzikálno-chemické vlastnosti foliárnych hnojív ako molekulárna veľkosť, rozpustnosť, elektrický náboj, pH, povrchové napätie, retencia, šírenie a pod. majú rozhodujúcu úlohu pri určovaní účinnosti využitia živín listovou plochou (FERNÁNDEZ, BROWN, 2013).

Materiál a metódy

Experiment s repou cukrovou bol riešený v roku 2018 v teplej a suchej klimatickej oblasti kukuričného výrobného pásma na pozemkoch Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre. V pokuse bol skúmaný vplyv odrody (Alpaca, Gorila) a foliárnej aplikácie rôznych druhov prípravkov s obsahom makro a mikroživín na báze biologicky aktívnych látok (Aquastim, Proveo) na úrodu buliev, cukornatosť a úrodu polarizačného cukru. V osevnom postupe bola repa cukrová zaradená po pšenici letnej forme ozimnej. Na jeseň bol stredne hlbokou orbou do pôdy zapracovaný maštalný hnoj v dávke 40 t.ha⁻¹ spolu s fosforečným a draselným hnojivom. Dávka dusíka na jar bola vypočítaná bilančnou metódou na základe rozboru pôdy. Sejba bola realizovaná v agrotechnickom termíne 12 riadkovou sejačkou s presným výsevom (0,45 x 0,18 m). Pokus bol založený metódou dizajnu Split plot v troch opakovaniach (EHRENBERGEROVÁ, 1985). Dávka a termín aplikácie listových hnojív sú uvedené v tabuľke 1. Zber plodiny bol vykonaný ručne v technologickej zrelosti a vzorky boli zvážené pre zistenie úrody buliev a následne transportované do cukrovaru na rozbor pre zistenie cukornatosti. Výsledky boli spracované a vyhodnotené štatisticky pomocou Analýzy rozptylu a Tukey testom v programe Statistica10.

Tab. 1 Varianty listovej aplikácie hnojív v experimente z roku 2018

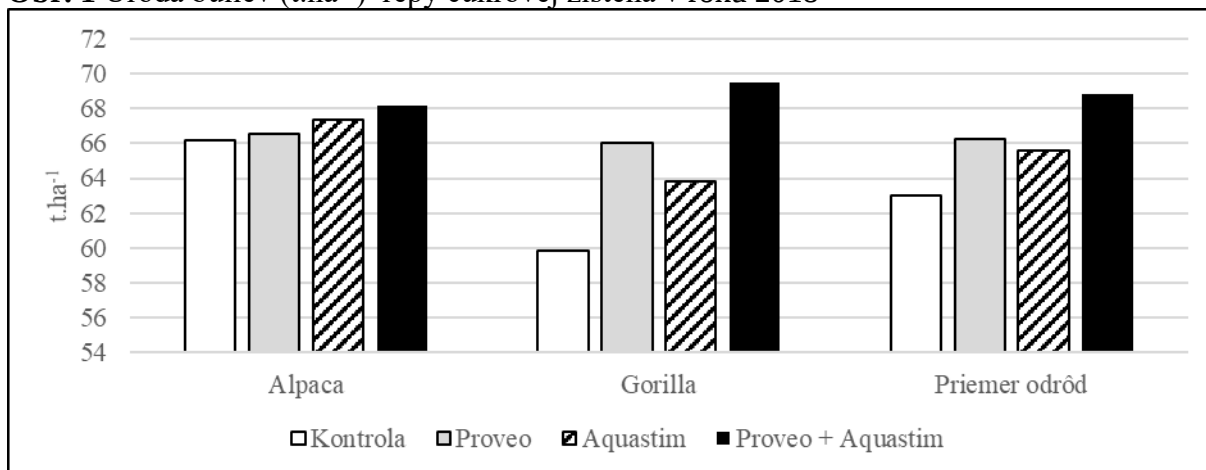
Variant pokusu	Dávka a termín aplikácie
1. Kontrola V0	-
2. Aquastim V1	10 l.ha ⁻¹ + 250 l H ₂ O (preemergentne)
3. Proveo V2	0,5 l.ha ⁻¹ + 200 l H ₂ O (BBCH 16)
4. Aquastim + Proveo V3	4 l.ha ⁻¹ + 0,5 l.ha ⁻¹ + 200 l H ₂ O (BBCH 16)

Výsledky a diskusia

Úroda buliev

Úroda buliev sa zaraďuje medzi kvantitatívne parametre produkcie repy cukrovej a jej výška je priamo úmerne závislá od poveternostných podmienok prostredia a tiež úrovni hnojenia pred a počas vegetácie. V experimente z roku 2018 bola zistená najvyššia úroda buliev 68,83 t.ha⁻¹ na variante V3 s preukazným rozdielom (+5,83 t.ha⁻¹; rel. 8,47%) v porovnaní s kontrolným variantom V0. Celkový vplyv variantu na tento parameter bol štatisticky nepreukazný. Nepreukazný vplyv na úrodu buliev bol potvrdený aj z pohľadu faktora odroda. Vyššiu hodnotu tohto parametra 67,04 t.ha⁻¹ dosiahla odroda Alpaca, s nepreukazným rozdielom (+2,25 t.ha⁻¹; rel. 3,36%) v porovnaní s odrodou Gorilla.

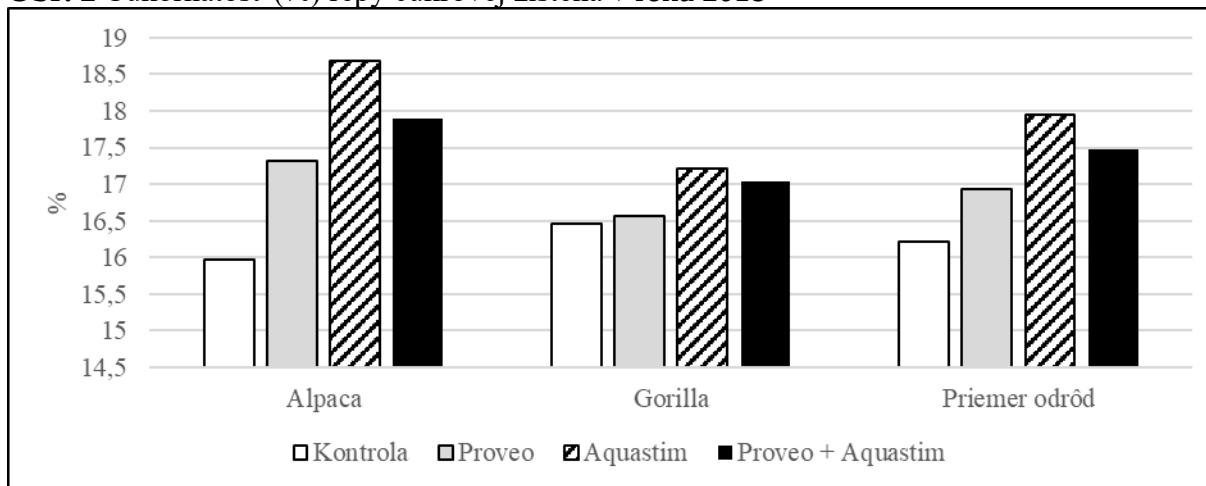
Obr. 1 Úroda buliev ($t \cdot ha^{-1}$) repy cukrovej zistená v roku 2018



Cukornatosť

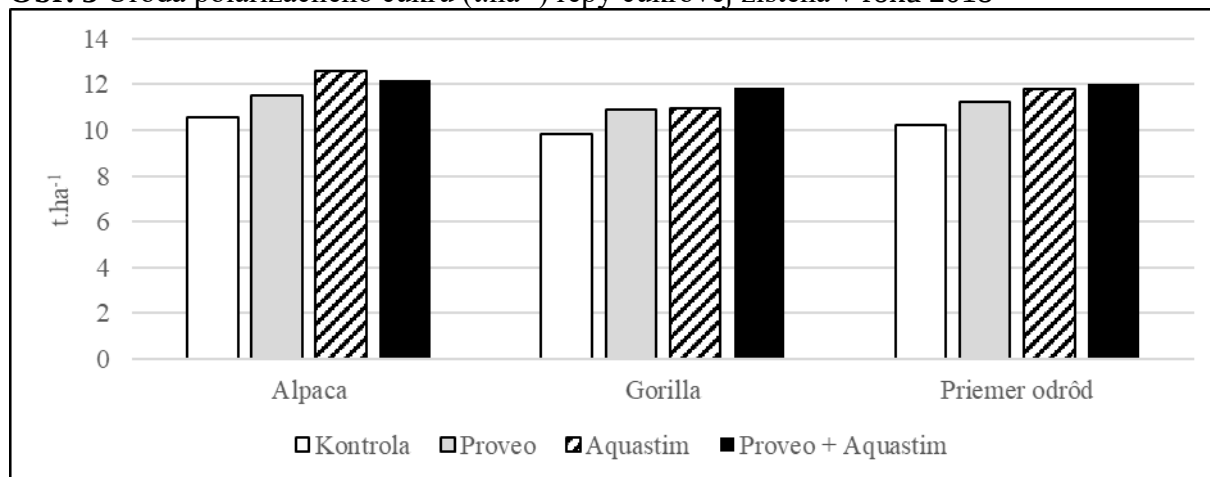
Cukornatosť, resp. obsah cukru v repnej bulve je základným kvalitatívnym parametrom produkcie tejto plodiny a významne sa podieľa na výslednej hodnote finálneho produktu. V roku 2018 bola zistená najvyššia hodnota cukornatosti 17,95% na variante hnojenia V2, čo bolo v porovnaní s V3 o 0,49% cukornatosti viac, s V1 o 1,02% cukornatosti viac a s V0 o 1,73% cukornatosti viac. Tieto rozdiely boli štatistickým hodnotením označené ako vysoko preukazné. Celkový vplyv faktora variant na cukornatosť bol vysoko preukazný, podobne ako pri faktore odroda. Z vybraných pokusných odrôd bola vyššia cukornatosť zistená pri odrode Alpaca 17,46%, čo bolo v porovnaní s odrodou Gorilla o 0,64% viac a tento rozdiel bol vyhodnotený ako štatisticky vysoko preukazný.

Obr. 2 Cukornatosť (%) repy cukrovej zistená v roku 2018



Úroda polarizačného cukru

Vplyv oboch sledovaných faktorov pokusu na výsledky úrody polarizačného cukru bol štatisticky vysoko preukazný. Zo skúmaných variantov pokusu najvyššiu hodnotu $12,02 t \cdot ha^{-1}$ tohto parametra dosiahol variant V3, čo bolo v porovnaní s najnižšou hodnotou $10,21 t \cdot ha^{-1}$ na kontrolnom variante V0 o $1,81 t \cdot ha^{-1}$ (rel. 15,06%) viac a tento rozdiel bol štatisticky vysoko preukazný. Vysoko preukazný rozdiel bol zistený tiež v porovnaní variantov V2 a V0. Z odrôd sledovaných v pokuse sme zistili vyššiu úrodu polarizačného cukru pri odrode Alpaca $11,71 t \cdot ha^{-1}$, v porovnaní s hodnotou odrody Gorilla $10,90 t \cdot ha^{-1}$ (rel. 6,92%) bol rozdiel vysoko preukazný.

Obr. 3 Úroda polarizačného cukru (t.ha⁻¹) repy cukrovej zistená v roku 2018**Tab. 2** Analýza rozptylu (ANOVA) pre faktory pokusu v roku 2018

Zdroj variability	Sledovaný parameter		
	Úb (t.ha ⁻¹)	Dg (%)	Úpc (t.ha ⁻¹)
	P-hodnoty		
Odroda	0,0978	0,0000**	0,0000**
Variant	0,0592	0,0000**	0,0000**
Odroda*Variant	0,1898	0,0000**	0,0000**

Tab. 3 Tukey test kontrastov pre faktor odroda ($\alpha=0,01$)

Faktor	Úb (t.ha ⁻¹)		Dg (%)		Úpc (t.ha ⁻¹)	
	priemer	HG	priemer	HG	priemer	Hg
<i>Alpaca</i>	67,04	a	17,46	a	11,71	a
<i>Gorilla</i>	64,79	a	16,82	b	10,90	b

Tab. 4 Tukey test kontrastov pre faktor variant ($\alpha=0,05$)

Faktor	Úb (t.ha ⁻¹)		Dg (%)		Úpc (t.ha ⁻¹)	
	priemer	HG	priemer	HG	priemer	HG
<i>Kontrola V0</i>	63,00	a	16,22	a	10,21	b
<i>Proveo V1</i>	66,27	ab	16,93	b	11,22	a
<i>Aquastim V2</i>	65,56	ab	17,95	d	11,78	a
<i>Pro. + Aqua .V3</i>	68,83	b	17,46	c	12,02	a

Tab. 53 Tukey test kontrastov pre faktor variant ($\alpha=0,01$)

Faktor	Úb (t.ha ⁻¹)		Dg (%)		Úpc (t.ha ⁻¹)	
	priemer	HG	priemer	HG	priemer	HG
<i>Kontrola V0</i>	63,00	a	16,22	a	10,21	b
<i>Proveo V1</i>	66,27	a	16,93	b	11,22	ab
<i>Aquastim V2</i>	65,56	a	17,95	d	11,78	a
<i>Pro. + Aqua .V3</i>	68,83	a	17,46	c	12,02	a

*Indexy a,b,c d charakterizujú preukaznosť rozdielu

**HG – homogénne skupiny

Záver

Na základe vyhodnotených výsledkov pokusu s repou cukrovou v roku 2018 možno konštatovať, že vplyv rozdielnych variantov hnojenia s obsahom makro a mikroživín malo pozitívny, hoci štatisticky nepreukazný vplyv na výsledky úrody buliev. Zistili sme však štatisticky vysoko preukazný vplyv týchto prípravkov na hodnoty cukornatosti a úrody polarizačného cukru. Výber odrody nemal preukazný vplyv na výsledky úrody buliev, avšak vysoko preukazne ovplyvnil výsledky ostatných sledovaných parametrov.

Literatúra

1. PUSENKOVA, L. I. – IL'YASOVA, E. YU. – MAKSIMOV, I. V. – LASTOCHKINA, O. V. 2015. Enhancement of adaptative capacity of sugar beet crops by microbial biopreparations under biotic and abiotic stresses. In *Agricultural biology*, vol. 50 (1), pp. 115-123. DOI: 10.15389/agrobiology.2015.1.115eng.
2. BLOCH, D. – HOFFMANN, C. M. – MÄRLÄNDER, B. 2006. Solute Accumulation as a Cause for Quality Losses in Sugar Beet Submitted to Continuous and Temporary Drought Stress. In *J. Agronomy & Crop Science*, vol. 192, pp. 17-24. ISSN 0931-2250.
3. BARBAGUS, R. L. – ZIDACK, N. K. – SHERWOOD, J. E. – JACOBSEN, B. J. 2004. Screening for the identification of potential biological control agents that induce systemic acquired resistance in sugar beet. In *Biological Control*, vol. 30 (2), pp. 342-350. DOI: 10.1016/j.biocontrol.2003.11.005.
4. NESEIM, M. R. – AMIN, A. Y. – EL-MOHAMMADY, M. M. S. 2014. Effect of potassium applied with foliar spray of yeast on sugar beet growth and yield under drought stress. In *Global Advanced Research Journal of Agricultural Science*, Vol. 3(8), pp. 211-222. ISSN: 2315-5094.
5. FAGERIA, N. K. – BARBOSA FILHO, M. P. – MOREIRA, A. – GUIMARAES, C. M. 2008. Foliar Fertilization of Crop Plants. In *Journal of Plant Nutrition*, vol. 32, pp. 1044-1064. DOI: 10.1080/01904160902872826.
6. FERNÁNDEZ, V. – BROWN, P. H. 2013. From plant surface to plant metabolism: the uncertain fate of foliar-applied nutrients. In *Frontiers in Plant Science*, vol. 4, art. 289. DOI: 10.3389/fpls.2013.00289.
7. EHRENBERGEROVÁ, J. 1995. *Zakládání a hodnocení pokusu*. Brno: MZLU.

PodĎakovanie

Príspevok vznikol za finančnej podpory projektu VEGA 1/0530/18 „Výskum produkcie významných druhov poľných plodín v klimaticky meniacich sa podmienkach“.

Kontaktná adresa

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

VPLYV ODRODY A APLIKÁCIE HYDROGÉLU NA ÚRODU BULIEV A CUKORNATOSŤ REPY CUKROVEJ

INFLUENCE OF VARIETY AND APPLICATION OF HYDROGEL ON ROOT YIELD AND SUGAR CONTENT OF SUGAR BEET

Marek RAŠOVSKÝ – Vladimír PAČUTA – Ivan ČERNÝ – Dávid ERNST

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre – KRVTE

Abstract

Climate change in recent years suggests that it is essential to change traditional approaches to crop production. One possibility is to apply the hydrogel directly on sugar beet seed. The aim of this experiment was to determine the effect of this application on the values of root yield and sugar content, as well as to determine the effect of varieties with different genetic basis on the values of these parameters. By observation, we found a significant effect of the hydrogel application on the root yield, although no statistical effect on sugar content was found. In the variant with hydrogel we achieved a higher root yield (+ 10.99%) with a significant difference compared to the control variant and also a higher (statistically nonsignificant) sugar content was found in this variant. The variety had a high significant effect on the values of sugar content, the values of root yield were significantly influenced. Of the varieties, the Brian variety (+ 12.48%) achieved a significantly higher root yield, while a higher sugar content was found for the Kosmas variety. The negative correlation was confirmed.

Keywords: Sugar beet, hydrogel, production parameters, climate change

Abstrakt

Klimatické zmeny posledných rokov naznačujú, že je nevyhnuté zmeniť tradičné prístupy k pestovaniu poľných plodín. Jednou z možností je aplikácia hydrogél priamo na osivo repy cukrovej. Cieľom tohto pokusu bolo zistiť vplyv tejto aplikácie na hodnoty úrody buliev a cukornatosti, ako aj zistiť vplyv odrôd s rozdielnym genetickým základom na hodnoty týchto parametrov. Pozorovaním sme zistili preukazný vplyv aplikácie hydrogél na úrodu buliev, hoci štatistický vplyv na cukornatosť zistený nebol. Na variante s hydrogélom sme dosiahli vyššiu úrodu buliev (+10,99%) s preukazným rozdielom v porovnaní s kontrolným variantom a tiež bola zistená vyššia (štatisticky nepreukazne) cukornatosť na tomto variante. Odroda mala vysoko preukazný vplyv na hodnoty cukornatosti, hodnoty úrody buliev boli ovplyvnené preukazne. Z odrôd dosiahla preukazne vyššiu úrodu buliev odroda Brian (+12,48%), naopak vyššia cukornatosť bola zistená pri odrode Kosmas. Negatívna korelácia bola potvrdená.

Kľúčové slová: repa cukrová, hydrogél, produkčné parametre, klimatická zmena

Úvod

Repu cukrovú považujeme za plodinu dlhého dňa, pričom dĺžka jej vegetácie je ovplyvnená najmä termínom zberu (HŘIVNA et al., 2017). Ovpľyvňovanie výšky úrody a technologickej kvality repy cukrovej je komplexný proces (ČERNÝ, PAČUTA, 2009). Úrodový potenciál repy cukrovej je závislý najmä od oblasti pestovania a tiež ročníkových efektov, zatiaľ čo vplyv agrotechnických postupov je oveľa menší (KENTER et al., 2006). Sucho je z globálneho pohľadu jedným z najvýznamnejších limitujúcich faktorov produkcie poľných plodín (CHOLUJ et al., 2004). Predpokladá sa dokonca, že vplyvom klimatických zmien budú dôsledky sucha čoraz závažnejšie (GORNALL et al., 2010). Jednou z možností, ako účinne potláčať negatívny vplyv sucha na produkciu poľných plodín je aplikácia

hydrogél (DE BARROS et al., 2017). Hydrogély sú látky, ktoré sú schopné absorbovať niekoľkonásobok vlastnej hmotnosti vodou pomocou trojrozmernej štruktúrálnej mriežky (FENG et al., 2014). Vplyvu hydrogél na produkciu poľných plodín sa v minulosti i v súčasnosti venuje značná pozornosť (LI et al., 2014; TAO et al., 2018; WALY et al., 2015).

Materiál a metódy

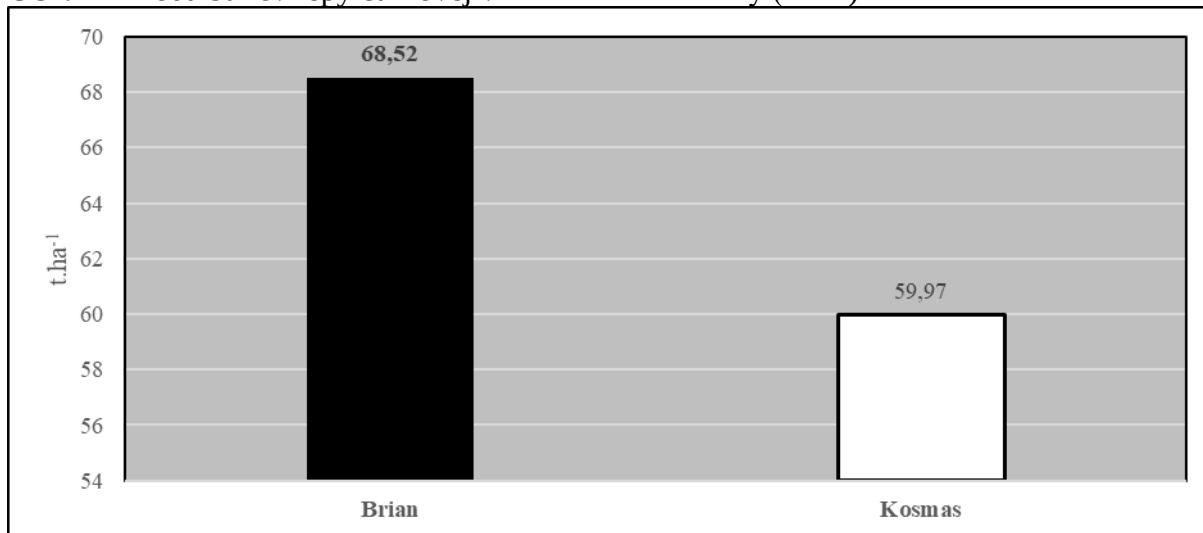
Dvojfaktorový pokus s repou cukrovou bol realizovaný v poľných podmienkach Výskumnej stanice Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre vo vegetačnom ročníku 2019. Hlavným faktorom pokusu bola aplikácia hydrogél na osivo repy cukrovej a tiež vplyv odrody (Brian, Kosmas) na úrodu polarizačného cukru a úrodu bieleho cukru. Predplodinou bola pšenica ozimná, po zbere ktorej bol rozmetaný a zapracovaný maštalný hnoj ($40 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$). Hnojenie NPK živinami bolo realizované na základe rozborov pôd na jeseň (P, K) a na jar (N). Obe odrody boli vysiate 12 riadkovou sejačkou v dvoch variantoch (hydrogél, kontrola) a v troch opakovaníach metódou Split plot (EHRENBERGEROVÁ, 1995). Výsledky pokusu boli spracované a vyhodnotené pomocou štatistickej metódy ANOVA a následne Tukeyovým testom kontrastov v programe Statistica10.

Výsledky a diskusia

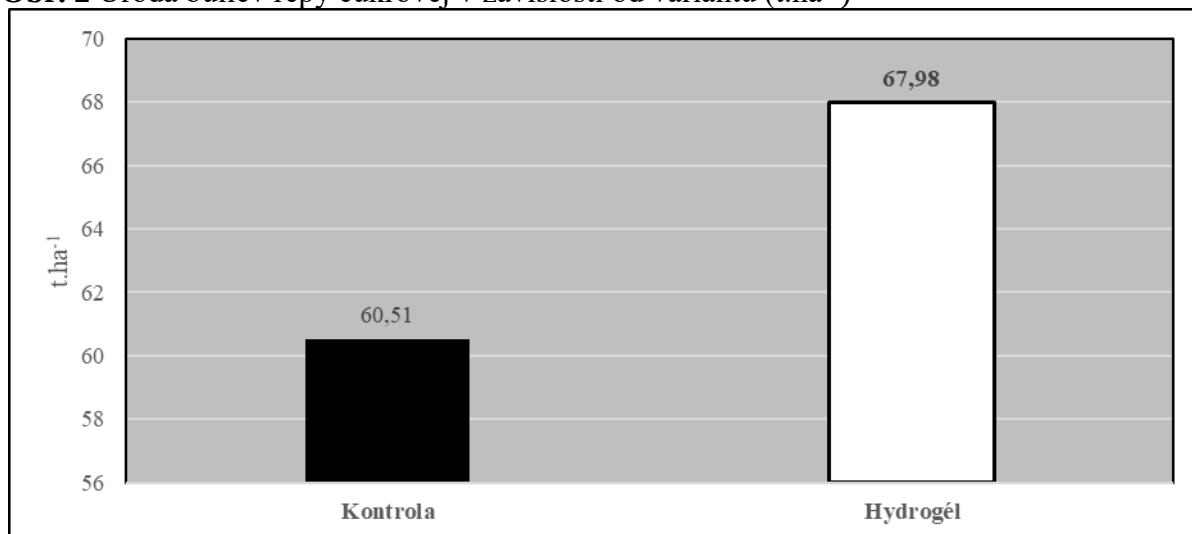
Úroda buliev

Zo štatistického hodnotenia experimentu vyplýva, že variant pokus, rovnako ako vybraná odroda mali preukazný vplyv na úrodu buliev. Z variantov pokusu bola preukazne vyššia hodnota $67,98 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ zistená na variante s aplikáciou hydrogél na osivo repy cukrovej v porovnaní s kontrolným variantom ($-7,47 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, rel. 10,99%). Zo sledovaných odrôd vybraných do pokusu bola vyššia úroda buliev zistená pri odrode Brian $68,52 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, čo bolo v porovnaní s odrodou Kosmas o $8,55 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ viac (rel. 12,48%) a tento rozdiel bol vyhodnotený ako štatisticky preukazný.

Obr. 14 Úroda buliev repy cukrovej v závislosti od odrody ($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$)



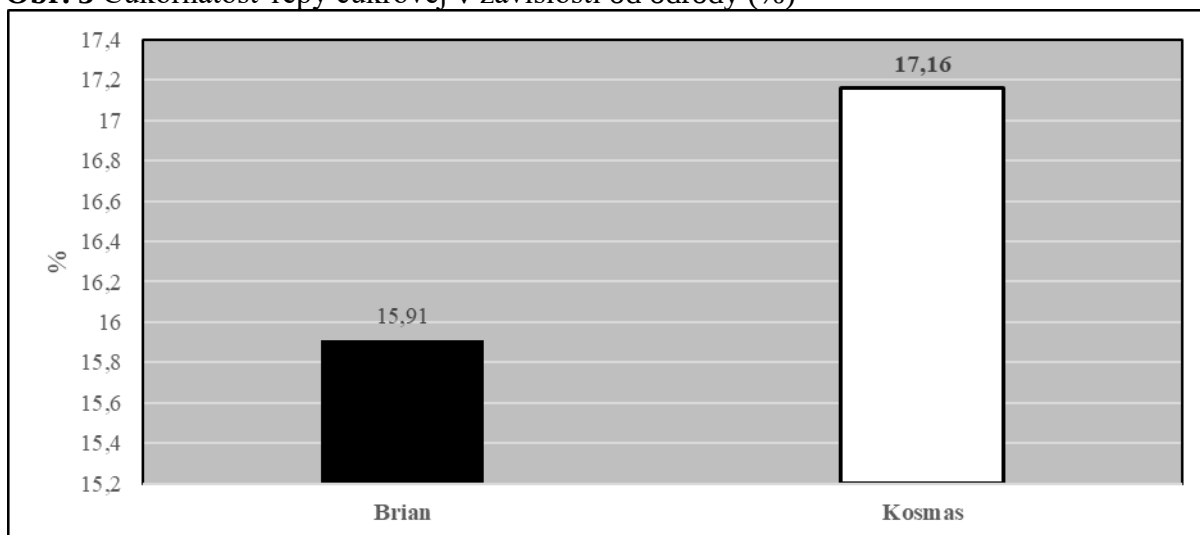
Obr. 2 Úroda buliev repy cukrovej v závislosti od variantu ($t \cdot ha^{-1}$)



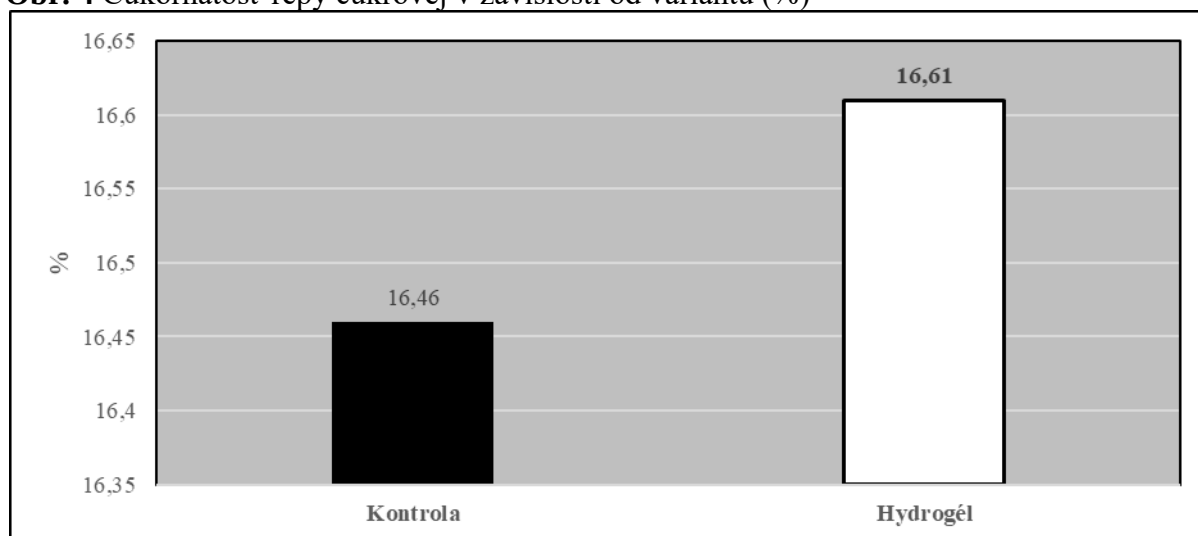
Cukornatosť

Výsledky obsahu cukru, resp. cukornatosti repy cukrovej boli vysoko preukazne ovplyvnené vybranou odrodou do pokusu, avšak štatistický vplyv aplikácie hydrogélú na osivo zistený nebol. Napriek tomu bol zistený pozitívny vplyv hydrogélú, keď na tomto variante dosiahla cukornatosť buliev hodnotu 16,61%, čo bolo v porovnaní s kontrolným variantom o 0,15% viac. Zo skúmaných odrôd v pokuse dosiahla vyššiu cukornatosť odroda Kosmas 17,16%, čo bolo v porovnaní s odrodou Brian o 1,25% viac a tento rozdiel bol vyhodnotený ako štatisticky vysoko preukazný.

Obr. 3 Cukornatosť repy cukrovej v závislosti od odrody (%)



Obr. 4 Cukornatosť repy cukrovej v závislosti od variantu (%)



Tab. 1 Analýza rozptylu (ANOVA) pre sledované faktory pokusu v roku 2019

Zdroj variability	Sledovaný parameter	
	Úb (t.ha ⁻¹)	Dg (%)
	P-hodnoty	
Odroda	0,0142*	0,0024**
Variant	0,0185*	0,1380
Opakovanie	0,8593	0,2052
Odroda*Variant	0,1911	0,0047**

Tab. 2 Tukeyov test kontrastov vo vnútri faktora **odroda** ($\alpha=0,05$)

Faktor	Úb (t.ha ⁻¹)		Dg (%)	
Odroda	priemer	HG	priemer	HG
<i>Brian</i>	68,52	a	15,91	a
<i>Kosmas</i>	59,97	b	17,16	b

Tab. 3 Tukeyov test kontrastov vo vnútri faktora **odroda** ($\alpha=0,01$)

Faktor	Úb (t.ha ⁻¹)		Dg (%)	
Odroda	priemer	HG	priemer	HG
<i>Brian</i>	68,52	a	15,91	a
<i>Kosmas</i>	59,97	a	17,16	b

Tab. 4 Tukeyov test kontrastov vo vnútri faktora **variant** ($\alpha=0,05$)

Faktor	Úb (t.ha ⁻¹)		Dg (%)	
Variant	priemer	HG	priemer	HG
<i>Kontrola</i>	60,51	a	16,46	a
<i>Hydrogél</i>	67,98	b	16,61	a

Tab. 5 Tukeyov test kontrastov vo vnútri faktora **variant** ($\alpha=0,01$)

Faktor	Úb (t.ha ⁻¹)		Dg (%)	
Variant	priemer	HG	priemer	HG
Kontrola	60,51	a	16,46	a
Hydrogél	67,98	a	16,61	a

*Indexy „a, b“ charakterizujú preukaznosť rozdielu

**HG – homogénne skupiny

Záver

Z výsledkov vyhodnoteného pokusu s repou cukrovou možno konštatovať, že ošetrovanie osiva pomocou hydrogélu malo pozitívny efekt na sledované parametre pokusu, v prípade úrody buliev bola potvrdená aj štatistická preukaznosť. Sledované odrody pokusu mali preukazný vplyv na hodnotu úrody buliev, resp. vysoko preukazný vplyv na hodnotu cukornatosti. V pokuse sa potvrdila negatívna korelácia medzi hodnotami oboch produkčných parametrov.

Literatúra

1. HRIVNA, L. – HERNANDEZ KONG, J. – MACHÁLKOVÁ, L. – BUREŠOVÁ, I. – SAPÁKOVÁ, E. – KUČEROVÁ, J. – ŠOTTNÍKOVÁ, V. 2017. Effect of foliar nutrition of potassium and silicon on yield and quality of sugar beet in unusual windy conditions of 2014 and 2015. In *LCaŘ*, vol. 5-6, pp. 182-187.
2. ČERNÝ, I. – PAČUTA, V. 2009. Quality of sugar beet root in relation to weather conditions and different atonik doses. In *JCEA*, vol. 4, pp. 420-425.
3. KENTER, CH. – HOFFMAN, CH. M. – MARLANDER, B. 2006. Effects of weather variables on sugar beet yield development (*Beta vulgaris* L.). In *Europ. J. Agronomy*, vol. 24, pp. 62-69. DOI: 10.1016/j.eja.2005.05.00.
4. CHOLUJ, D. – KARWOWSKA, R. – JASIŃSKA, M. – HABER, G. 2004. Growth and dry matter partitioning in sugar beet plants (*Beta vulgaris* L.) under moderate drought. In *Plant Soil Environ.*, vol. 50 (6), pp. 265-272.
5. GORNALL, J. – BETTS, R. – BURKE, E. – CLARK, R. – CAMP, J. – WILLET, K. – WILTSHIRE, A. 2010. Implications of climate change for agricultural productivity in the early twenty-first century. In *Phil. Trans. R. Soc. B*, vol. 365, pp. 2973-2989. DOI: 10.1098/rstb.2010.0158.
6. DE BARROS, A. F. – PIMENTEL, L. D. – ARAUJO, E. F. – DE MACEDO, L. R. – MARTINEZ, H. E. – BATISTA, V. A. P. – PAIXAO, M. Q. 2017. Super absorbent polymer application in seeds and planting furrow: it will be a new opportunity for rainfed agriculture. In *SEMINA: CIENCIAS AGRARIAS*, vol. 38:1703. DOI: 10.5433/1679-0359.2017v38n4p1703.
7. FENG, E. – MA, G. – WU, Y. – WANG, H. – LEI, Z. Preparation and properties of organic-inorganic composite superabsorbent based on xanthan gum and loess. In *Carbohydrate Polymers*, vol. 111, pp. 463-468. DOI: 10.1016/j.carbpol.2014.04.031.
8. LI, X. – HE, J. Z. – HUGHES, J. M. – LIU, Y. R. – ZHENG, Y. M. 2014. Effects of super-absorbent polymers on a soil-wheat (*Triticum aestivum* L.) system in the field. In *Applied Soil Ecology*, vol. 73, pp. 58-63. DOI: 10.1016/j.apsoil.2013.08.005.
9. TAO, J. – ZHANG, W. – LIANG, L. – LEI, Z. Effects of eco-friendly carbohydrate-based superabsorbent polymers on seed germination and seedling growth of maize. In *R. Soc. open sci.*, vol. 5:171184. DOI: 10.1098/rsos.171184.
10. WALY, A. – EL-KARAMANY, M. F. – SHABAN, A. M. – BAKRY, A. – ELEWA, T. A. A. Preliminary study on the effect of hydrogel on yield and yield components of

sunflower and wheat in sandy soil. In *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, vol. 6, pp. 1033-1039.

11. EHRENBARGEROVÁ, J. 1995. *Zakládání a hodnocení pokusu*. Brno: MZLU.

PodĎakovanie

Príspevok vznikol za finančnej podpory projektu VEGA 1/0530/18 „Výskum produkcie významných druhov poľných plodín v klimaticky meniacich sa podmienkach“.

Kontaktná adresa: Ing. Marek Rašovský, PhD., Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Katedra rastlinnej výroby a trávnych ekosystémov, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovensko, e-mail: marek.rasovsky@uniag.sk

VPLYV VYBRANÝCH FAKTOROV NA PRODUKČNÉ PARAMETRE PŠENICE TVRDEJ (*TRITICUM DURUM*) INFLUENCE OF SELECTED FACTORS ON PRODUCTION PARAMETERS OF DURUM WHEAT (*TRITICUM DURUM*)

Marek RAŠOVSKÝ¹ – Vladimír PAČUTA¹ – Oskár BREZOVSKÝ² – Ivan ČERNÝ¹ – Dávid ERNST¹

¹ Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre – KRVTE

² PD Horný Bar

Abstract

Harvesting areas of durum wheat in Slovakia are every year increasing. Important factors that affect the achieved yield and the quality of this crop are the course of weather conditions in a year, variety selection and fertilization before and during vegetation. The main objectives of this experiment in 2018 were to determine the effect of different genetic basis of varieties Auradur, Lunadur and Elsadur, as well as the effect of foliar fertilization with biopreparations based on seaweed, respectively humic acids on the production and quality parameters of durum wheat. The variety had a high significant influence on all monitored parameters of the experiment. The Lunadur variety reached the highest values of grain yield 6,27 t.ha⁻¹, falling number 326,22s and specific weight 807,56 g.l⁻¹. The Auradur variety had the highest grain vitreousness value of 84,78% and a gluten content of 32,46%, while the Elsadur variety reached the highest value of nitrogenous substances in the grain of 15,19%. By applying biopreparations, we achieved a positive effect for each parameter in comparison with the control variant. In the variant with preparations with extracts from brown seaweed we found the highest value of grain yield 5,70 t.ha⁻¹, vitreousness 83,67% and falling number 305,89s, while in the variant treated with humic acids we found the highest values of nitrogen content substances 14,98%, specific weight 793,00 g.l⁻¹ and gluten content 32,21%.

Keywords: durum wheat, biopreparation, production, quality

Abstrakt

Pestovateľské plochy pšenice tvrdej na Slovensku každým rokom rastú. Významnými faktormi, ktoré vplývajú na dosiahnuté úrody a kvalitu tejto plodiny sú priebeh poveternostných podmienok v danom roku, výber odrody a hnojenie pred a počas vegetácie. Hlavnými cieľmi tohto experimentu z roku 2018 bolo zistiť vplyv rôzneho genetického základu odrôd Auradur, Lunadur a Elsadur a tiež vplyv foliárneho hnojenia biopreparátmi na báze morských rias, resp. humínových kyselín na produkčné a kvalitatívne parametre pšenice tvrdej. Odroda mala vysoko preukazný vplyv na všetky sledované parametre pokusu. Odroda Lunadur dosiahla najvyššie hodnoty úrody zrna 6,27 t.ha⁻¹, pádového čísla 326,22 s a objemovej hmotnosti 807,56 g.l⁻¹. Odroda Auradur sa vyznačovala najvyššou hodnotou sklovitosti zrna 84,78% a obsahu lepku 32,46%, zatiaľ čo odroda Elsadur dosiahla najvyššiu hodnotu dusíkatých látok v zrne 15,19%. Aplikáciou biopreparátov sme pri každom parametri dosiahli pozitívny efekt v porovnaní s kontrolným variantom. Na variante s prípravkami s výťažkami z hnedých morských rias sme zistili najvyššiu hodnotu úrody zrna 5,70 t.ha⁻¹, sklovitosti 83,67% a pádového čísla 305,89s, zatiaľ čo na variante ošetrovanom humínovými kyselinami sme zistili najvyššie hodnoty obsahu dusíkatých látok 14,98%, objemovej hmotnosti 793,00 g.l⁻¹ a obsahu lepku 32,21%.

Kľúčové slová: pšenica tvrdá, biopreparát, odroda, produkcia, kvalita

Úvod

Pšenica tvrdá (*Triticum durum*) je obilnina, ktorá sa pestuje na približne 35 miliónoch hektárov po celom svete a má špecifický hospodársky a kultúrny význam (GUZMÁN et al., 2016). Medzi najvýznamnejších producentov tejto plodiny zariaďujeme Turecko a Kanadu s výmerou 2 mil. ha, nasledovaných Alžírskom, Talianskom a Indiou s výmerou 1,5 mil. ha (SALL et al., 2019). Agronomické operácie, typy pôd a zmeny poveternostných podmienok ovplyvňujú produktivitu pšenice tvrdej. Ich interakcie sú veľmi komplexné a v čase, v ktorom sa vyskytujú výrazne ovplyvňujú úrodu a jej kvalitu (TEDONE et al., 2017). Kvalita tvrdej pšenice je závislá najmä na obsahu bielkovín v zrne (ABAD et al., 2004). V podmienkach vodného stresu je možné zvýšiť za pomoci foliárneho hnojenia molekulami humínových kyselín vodnú kapacitu listov, fotosyntetický a tiež antioxidačný metabolizmus rastlín (FU JIU et al., 1995). Foliárne hnojenie s obsahom humínových kyselín patrí medzi stratégie hnojenia, ktoré boli do systému pestovania poľných plodín zavedené iba nedávno (DELFINE et al., 2005). Medzi ďalšie doplnky výživy, resp. biopreparáty v poľnohospodárstve zaraďujeme výťažky z morských rias, ktorých hlavným benefitom je zrýchlenie rastu a zvýšenie úrody (LATIQUE et al., 2014).

Materiál a metódy

Experimentálne pozorovania s pšenicou tvrdou boli vykonané v roku 2018 v suchých a teplých klimatických podmienkach južného Slovenska na PD Horný Bar. Táto lokalita patrí pod územie Žitného ostrova a nachádzajú sa na nej lužné pôdy s nízkym obsahom naplaveného štrkopiesku. Pôdy obsahujú stredné hodnoty humusu a pôdna reakcia sa pohybuje v intervale pH 6,4-7,4. V experimente bol sledovaný vplyv faktora vybranej odrody pšenice tvrdej (Auradur, Lunadur, Elsadur) a aplikácie rôznych biologicky aktívnych látok s obsahom makro a mikroživín formou na list (Tabuľka 1) na produkčné parametre tejto plodiny. Pokus bol založený metódou delených blokov v troch opakovaniach. Veľkosť pokusnej parcely bola 54 x 144 m). Zber bol vykonaný po dosiahnutí 14% vlhkosti obilným kombajnom a po zbere plodiny boli získané výsledky spracované a štatisticky vyhodnotené v programe Statistica 10.

Tab. 1 Varianty pokusu v experimentálnom roku 2018

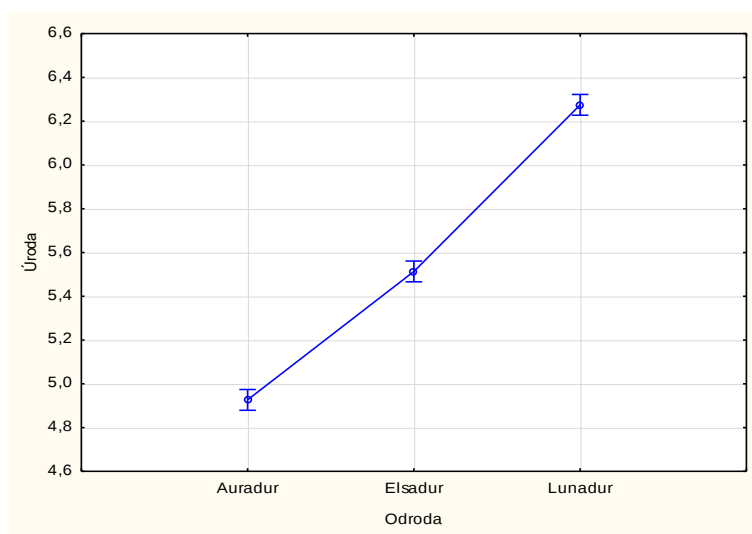
Biologicky aktívne látky v biopreparátoch		Aplikačná dávka
Kontrola (V0)	-	-
Extrakt z morských rias (V1)	Alga 300++ P	1 l.ha ⁻¹
	Alga 300++ K	1 l.ha ⁻¹
	Amino Total	0,5 kg.ha ⁻¹
Humínové kyseliny (V2)	AT Energia Humin	5 l.ha ⁻¹
	AT Mikro Humin	
	AT Úroda Humin	

Výsledky a diskusia

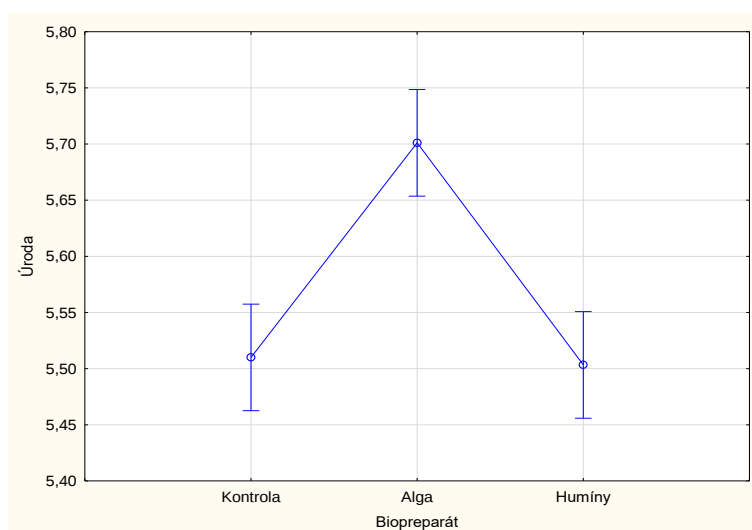
Úroda zrna

Zo štatistického hodnotenia tohto produkčného parametra možno potvrdiť, že na jeho výsledky mal vysoko preukazný vplyv faktor odroda a tiež faktor biopreparát. Z použitých odrôd v pokuse najvyššiu hodnotu úrody zrna 6,27 t.ha⁻¹ dosiahla odroda Lunadur, s vysoko preukazným rozdielom v porovnaní s ostatnými odrodami. V porovnaní variantov pokusu bola zistená najvyššia hodnota 5,70 t.ha⁻¹ na variante V1 a potvrdený bol vysoko preukazný rozdiel tejto hodnoty s hodnotami variantov V0 a V2.

Obr. 1 Úroda zrna ($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$) pšenice tvrdej v závislosti od sledovanej odrody



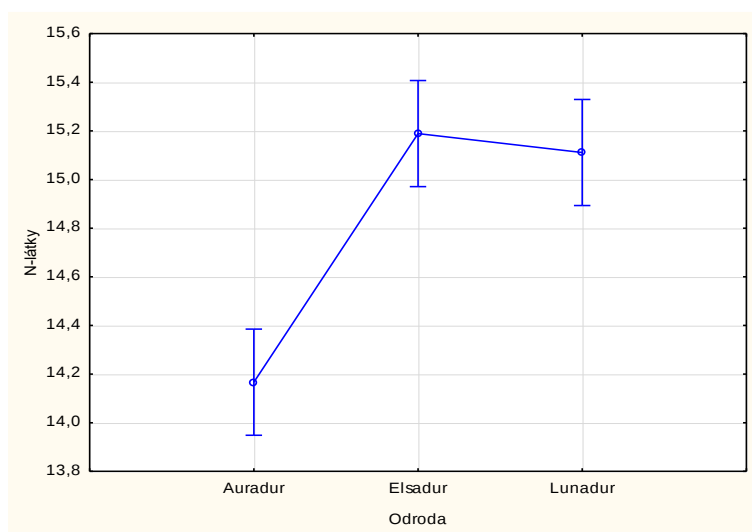
Obr. 2 Úroda zrna ($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$) pšenice tvrdej v závislosti od použitého biopreparátu



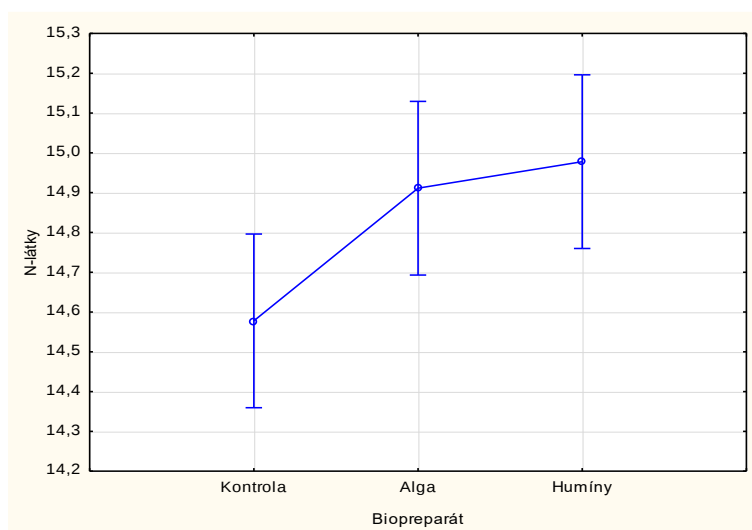
Obsah N-látok

Obsah dusíkatých látok v zrne pšenice tvrdej bol v tomto experimente vysoko preukazne ovplyvnený tak sledovanou odrodou, ako aj použitým biopreparátom. Z odrôd bola nameraná najvyššia hodnota N-látok 15,19% pri odrode Elsadur, s minimálnym a nepreukazným rozdielom (0,08%) v porovnaní s odrodou Lunadur, avšak rozdiel týchto dvoch odrôd v porovnaní s hodnotou (14,17%) odrody Auradur bol vysoko preukazný. Najvyššia hodnota tohto parametra z pohľadu variantov s biopreparátmi (14,98%) bola zistená na variante V2 s vysoko preukazným rozdielom v porovnaní s kontrolným variantom V0 (14,58%).

Obr. 3 Obsah N-látok (%) v závislosti od sledovanej odrody



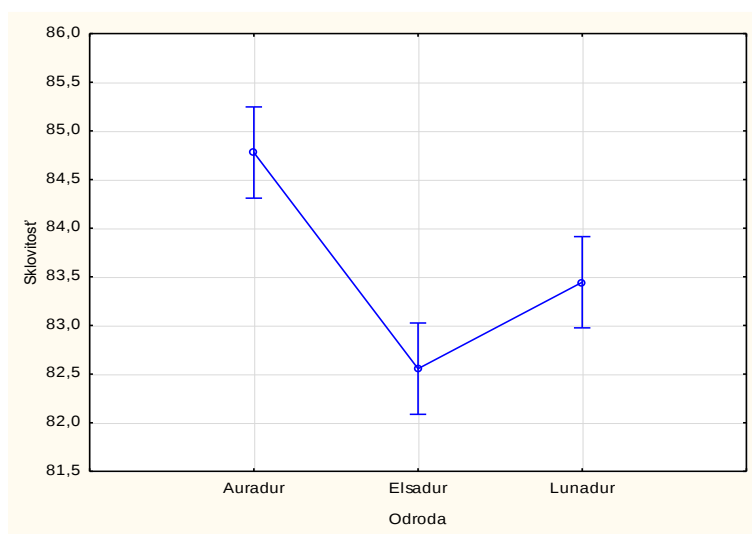
Obr. 4 Obsah N-látok (%) v závislosti od použitého biopreparátu



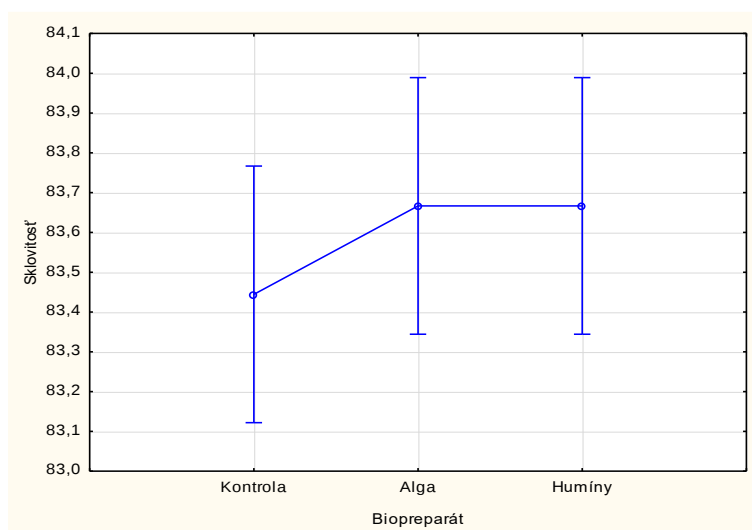
Sklovitosť zrna

Sklovitosť zrna je významným a charakteristickým znakom kvality u pšenici tvrdej. Zo sledovaných faktorov pokusu bol zistený vysoko preukazný vplyv odrody na tento parameter, foliárna aplikácia biopreparátov nemala štatisticky potvrdený vplyv na hodnoty sklovitosti. Odroda Auradur sa vyznačovala najvyššou hodnotou sklovitosti 84,78%, s vysoko preukazným rozdielom v porovnaní s ostatnými odrodami. Na variantoch pokusu sme zistili mierne pozitívny, avšak nepreukazný vplyv biopreparátov (+0,23% u oboch) v porovnaní kontrolným variantom V0.

Obr. 5 Sklovitosť zrna (%) v závislosti od sledovanej odrody



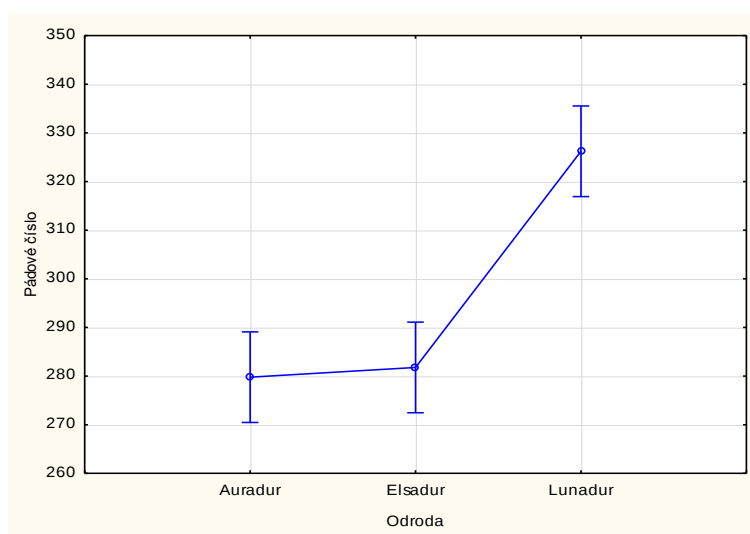
Obr. 6 Sklovitosť zrna (%) v závislosti od použitého biopreparátu



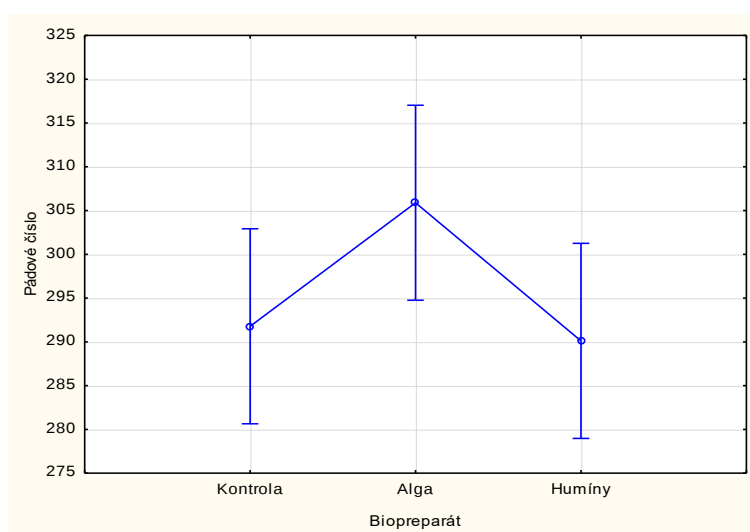
Pádové číslo

Pádové číslo, ktoré slúži na vyjadrenie aktivity α -amyláz a vyjadruje tiež schopnosť rozkladať škrob na jednoduché cukry je v silnej interakcii s poveternostnými podmienkami pred zberom (ČURNÁ, LACKO-BARTOŠOVÁ, 2016). Hodnota pádového čísla z pokusného roku 2018 bola vysoko preukazne ovplyvnená genetickým základom odrôd, avšak štatistický vplyv biopreparátu na tento parameter zistený nebol. Vysoko preukazne najvyššiu hodnotu pádového čísla dosiahla odroda Lunadur 326,22 s. Zo sledovaných variantov pokusu s biopreparátmi najvyššiu hodnotu pádového čísla vykazoval variant V1 s morskými riasami 305,89 s, bez štatisticky preukazného rozdielu.

Obr. 7 Pádové číslo (s) v závislosti od sledovanej odrody



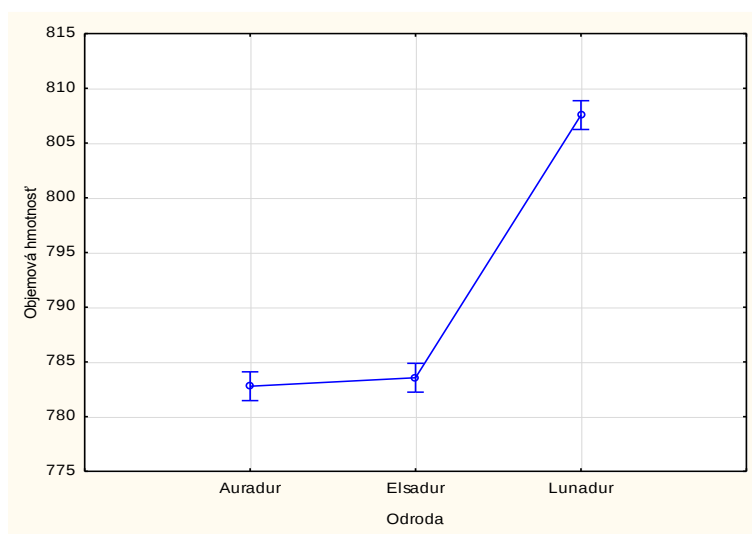
Obr. 8 Pádové číslo (s) v závislosti od použitého biopreparátu



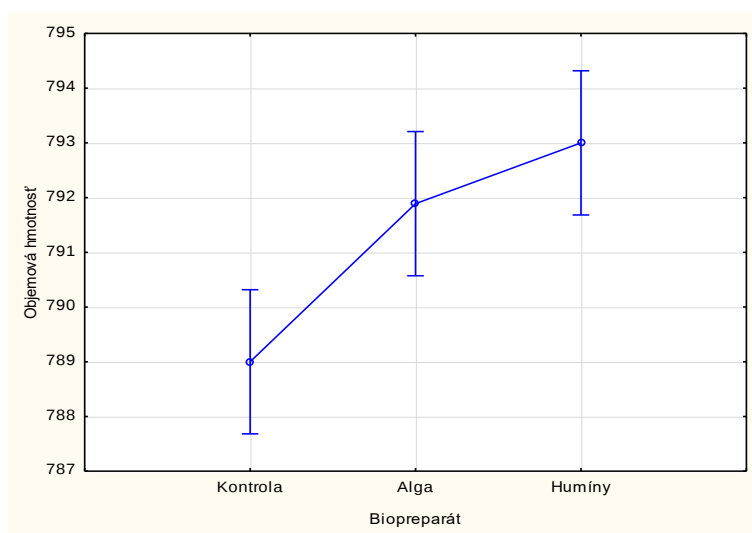
Objemová hmotnosť

Objemová hmotnosť bola na základe výsledkov hodnotenia pomocou analýzy rozptylu štatisticky vysoko preukazne ovplyvnená oboma faktormi pokusu. Najvyššiu hodnotu tohto parametra dosiahla odroda Lunadur $807,56 \text{ g.l}^{-1}$ s vysoko preukazným rozdielom v porovnaní s odrodou Elsadur ($-24,00 \text{ g.l}^{-1}$), resp. odrodou Auradur ($-24,78 \text{ g.l}^{-1}$). V porovnaní variantov pokusu bol zistený štatisticky vysoko preukazný rozdiel medzi variantom V2 a variantom V0, s vyššou hodnotou na variante V2 ($+4,00 \text{ g.l}^{-1}$).

Obr. 9 Pádové číslo (g.l^{-1}) v závislosti od sledovanej odrody



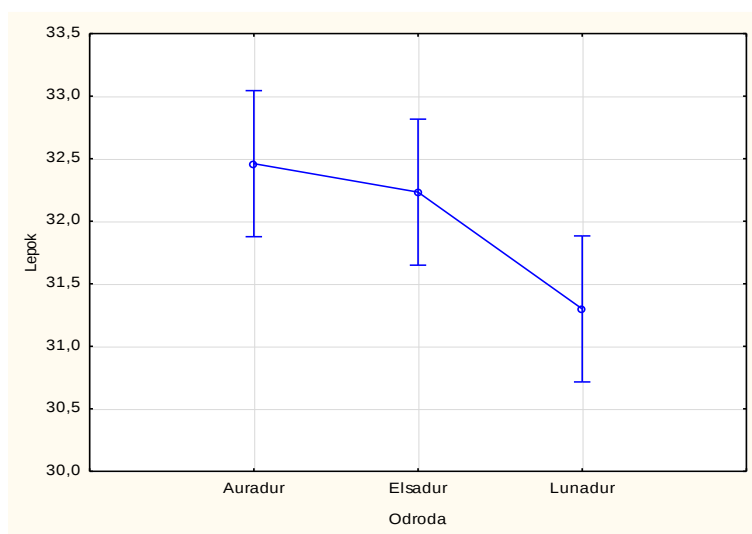
Obr. 10 Pádové číslo (g.l^{-1}) v závislosti od použitého biopreparátu



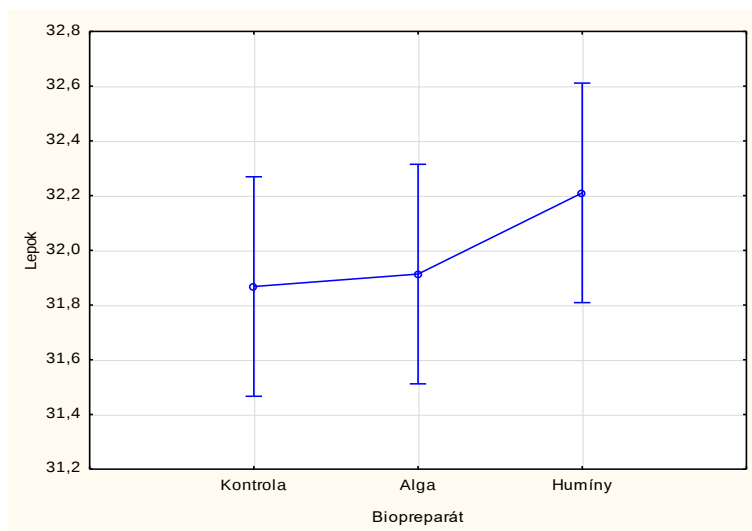
Obsah lepku

Obsah mokrého lepku bol vysoko preukazne ovplyvnený odrodou, vplyv variantu s biopreparátmi na výsledky tohto parametra zistený nebol. Najvyššia hodnota mokrého lepku 32,46% bola nameraná pri odrode Auradur, s vysoko preukazným rozdielom v porovnaní s hodnotou odrody Lunadur 31,30%. Biopreparáty aplikované na list mali minimálny, nepreukazný, hoci pozitívny vplyv na hodnotu mokrého lepku. Najvyššia hodnota bola zistená na variante V2 32,21%.

Obr. 11 Obsah mokrého lepku (%) v závislosti od sledovanej odrody



Obr. 12 Obsah mokrého lepku (%) v závislosti od použitého biopreparátu



Tab. 2 Analýza rozptylu sledovaných faktorov v roku 2018

Zdroj variability	Sledovaný parameter		
	Úroda zrna (t.ha ⁻¹)	N-látky (%)	Sklovitosť (%)
	P – hodnoty		
Odroda	0,0000**	0,0000**	0,0000**
Biopreparát	0,0000**	0,0052**	0,4657
Opakovanie	0,7675	0,3843	0,4657
Odroda*biopreparát	0,0798	0,0071**	0,0009**
Zdroj variability	Sledovaný parameter		
	Pádové číslo (s)	Obj.hmotnosť (g.l ⁻¹)	Lepok (%)
	P – hodnoty		
Odroda	0,0002**	0,0000**	0,0035**
Biopreparát	0,0942	0,0086**	0,3666
Opakovanie	0,1473	0,0549	0,1140
Odroda*biopreparát	0,0133*	0,0008**	0,1308

Tab. 3 Tukey test vo vnútri faktora **odroda** ($\alpha=0,01$)

Faktor	Úroda zrna (t.ha⁻¹)		N-látky (%)		Sklovitosť (%)	
Odroda	priemer	HG	priemer	HG	priemer	HG
Auradur	4,93	a	14,17	b	84,78	c
Elsadur	5,51	b	15,19	a	82,56	a
Lunadur	6,27	c	15,11	a	83,44	b
Faktor	Pádové číslo (s)		Obj.hmotnosť (g.l⁻¹)		Lepok (%)	
Odroda	priemer	HG	priemer	HG	priemer	HG
Auradur	279,78	a	782,78	a	32,46	b
Elsadur	281,78	a	783,56	a	32,23	ab
Lunadur	326,22	b	807,56	b	31,30	a

*Indexy „a, b, c“ charakterizujú preukaznosť rozdielu

**HG – homogénne skupiny

Tab. 4 Tukey test vo vnútri faktora **biopreparát** ($\alpha=0,01$)

Faktor	Úroda zrna (t.ha⁻¹)		N-látky (%)		Sklovitosť (%)	
Bioprep.	priemer	HG	priemer	HG	priemer	HG
Kontrola	5,51	a	14,58	a	83,44	a
Alga	5,70	b	14,91	ab	83,67	a
Humíny	5,50	a	14,98	b	83,67	a
Faktor	Pádové číslo (s)		Obj.hmotnosť (g.l⁻¹)		Lepok (%)	
Bioprep.	priemer	HG	priemer	HG	priemer	HG
Kontrola	291,78	a	789,00	a	31,87	a
Alga	305,89	a	791,89	ab	31,91	a
Humíny	290,11	a	793,00	b	32,21	a

*Indexy „a, b“ charakterizujú preukaznosť rozdielu

**HG – homogénne skupiny

Záver

Experimentálnym pozorovaním pšenice tvrdej sme zistili vysoko preukazný vplyv genetického základu odrody na všetky sledované produkčné parametre tejto plodiny. Možno teda potvrdiť, že správny výber odrody do danej lokality je jedným zo základných faktorov vplývajúcich na výsledky produkcie. Variant s aplikáciou biopreparátov mal vysoko preukazný vplyv na úrodu zrna, obsah dusíkatých látok a objemovú hmotnosť zrna. Zo sledovaných odrôd sme zistili najvyššie hodnoty úrody zrna, pádového čísla a objemovej hmotnosti pri odrode Lunadur. Odroda Auradur sa vyznačovala najvyššími hodnotami sklovitosti zrna a obsahu lepku. Najvyššiu hodnotu dusíkatých látok dosiahla odroda Elsadur. Z variantov sledovaných v pokuse sme zistili najvyššie hodnoty dusíkatých látok, sklovitosti, objemovej hmotnosti a lepku na variante s aplikáciou humínových kyselín. Najvyššiu úrodu zrna a hodnotu pádového čísla sme zistili na variante s aplikáciou výťažkov z hnedých morských rias. Aplikácia biologicky aktívnych látok ako jedna z možností boja proti suchému a teplému počasiu má svoje opodstatnenie, čoho dôkazom sú aj výsledky experimentu z roku 2018.

Literatúra

1. GUZMÁN, C. – AUTRIQUE, J.E. – MONDAL, S. – SINGH, R.P. – GOVINDAN, V. – MORALES DONANTES, A. – POSADAS ROMANO, G. – CROSSA, J. – AMMAR, K. – PENA, R.J. Response to drought and heat stress on wheat quality, with special emphasis on bread-making quality, in durum wheat. *Field Crops Res.*, vol. 186, pp. 157-165. DOI: 10.1016/j.fcr.2015.12.002.

2. SALL, A. T. – CHIARI, T. – LEGESSE, W. – SEID-AHMED, K. – ORTIZ, R. – VAN GINKEL, M. – BASSI, F. M. 2019. Durum Wheat (*Triticum durum* Desf.): Origin, Cultivation and Potential Expansion in Sub-Saharan Africa. In *Agronomy*, vol. 9, art. 263. DOI: 10.3390/agronomy9050263.
3. TEDONE, L. – ALI, S. A. – DE MASTRO, G. 2017. Optimization of Nitrogen in Durum Wheat in the Mediterranean Climate: The Agronomical Aspect and Greenhouse Gas (GHG) Emissions. In *Nitrogen in Agriculture - Updates*, Amanullah and Shah Fahad, IntechOpen, DOI: 10.5772/intechopen.70195.
4. ABAD, A. – LLOVERAS, J. – MICHELENA, A. 2004. Nitrogen fertilization and foliar urea effects on durum wheat yield and quality and on residual soil nitrate in irrigated Mediterranean conditions. In *Field Crops Research*, vol. 87, pp. 257-269. DOI: 10.1016/j.fcr.2003.11.007.
5. FU JIU, C. – DAO, Q. Y. – QUING SHENG, W. 1995. Physiological effects of humic acid on drought resistance of wheat (in Chinese). In *YingyongShengtai Xuebao* vol. 6, pp. 363–367.
6. DELFINE, S. – TOGNETTI, R. – DESIDERIO, E. – ALVINO, A. 2005. Effect of foliar application of N and humic acids on growth and yield of durum wheat. In *Agron. Sustain. Dev.*, vol. 25, pp. 183-191. DOI: 10.1051/agro:2005017.
7. LATIQUE, S. – ELOUAER, M. A. – CHERNANE, H. – HANNACHI, CH. – ELKAOUA, M. 2014. Effect of Seaweed Liquid Extract of *Sargassum vulgare* on Growth of Durum Wheat Seedlings (*Triticum durum* L) under salt stress. In *International Journal of Innovation and Applied Studies*, vol. 7 (4), pp. 1430-1435. ISSN 2028-9324.
8. ČURNÁ, V. – LACKO-BARTOŠOVÁ, M. 2016. Technological Quality of Selected Organic Emmer Wheat Varieties. In *Pestovateľské technológie a ich význam pre prax : Zborník zo 7 . medzinárodnej vedeckej konferencie, NPPC-VÚRV*. ISBN 978-80-89417-72-8

Pod'akovanie

Príspevok vznikol za finančnej podpory projektu VEGA 1/0530/18 „Výskum produkcie významných druhov poľných plodín v klimaticky meniacich sa podmienkach“.

Kontaktná adresa

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

POROVNANIE PRODUKCIE SUŠINY FYTOMASY V RÔZNYCH NADMORSKÝCH VÝŠKACH COMPARISON OF DRY MATTER PRODUCTION PHYTOMASS AT DIFFERENT ALTITUDES

Vladimíra VARGOVÁ¹- Zuzana KOVÁČIKOVÁ¹- Michal MEDVECKÝ² – Ján DANIEL²

¹NPPC – Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva Banská Bystrica

²NPPC – VÚTPHP, Regionálne výskumné pracovisko Krivá na Orave

Abstract

The purpose of this study was to compare the dry matter production of alluvial meadow and grassland in the foothill area of long-term fertilization. The first field experiment was established in the western part of the Zvolenská kotlina basin at 350 m a.s.l. The experiment consisted of 10 treatments of fertilization: unfertilized grass swards, PK fertilized grass swards and grass swards fertilized 50, 100, 150 and 200 kg N/ha with two nutrient ratios (1 : 0.3 : 0.8 and 1 : 0.15 : 0.4). The second field experiment was established on the north of Slovakia at 680 m a.s.l. The experiment consisted of 9 treatments of fertilization: unfertilized grass swards and grass swards fertilized 90 kg N/ha with different levels PK of fertilization and application of calcium. Application of fertilizers had an effect on DM yield. The rate of 200 kg N/ha with a ratio of 1 : 0.3 : 0.8 produced the highest DM yields (11.81 t/ha) in the area of Veľká Lúka. The experiment Krivá na Orave was the highest DM yield in the rate of 90 kg N/ha with 26.4 kg P/ha and 49.8 kg K/ha (7.99 t.ha⁻¹).

Keywords: long-term experiment, fertilised, dry mater, rainfall, temperatura

Súhrn

Účelom tejto štúdie bolo porovnanie produkcie sušiny aluviálnej lúky a trávneho porastu v podhorskej oblasti pri dlhodobom hnojení. V západnej časti Zvolenskej kotliny bol založený prvý poľný experiment v nadmorskej výške 350 m. Pokus pozostával z 10 variantov hnojenia: nehnojený variant, PK variant, varianty s hnojením 50, 100, 150 a 200 kg N.ha⁻¹ s dvoma pomermi živín (1: 0,3: 0,8 a 1: 0,15: 0,4). Na severe Slovenska bol založený druhý experiment v nadmorskej výške 680 m. Pokus pozostával z 9 variantov hnojenia: nehnojený variant a varianty s hnojením 90 kg N.ha⁻¹ s rôznymi dávkami PK hnojenia a vápnika. Trávny porast bol využívaný trikrát. Aplikácia hnojív ovplyvňovala produkciu sušiny. Na lokalite Veľká Lúka bola najvyššia produkcia sušiny (11,81 t.ha⁻¹) na variante s dávkou 200 kg N.ha⁻¹ s pomerom živín 1: 0,3: 0,8. Experiment v Krivej na Orave poskytol najvyššiu produkciu sušiny na variante s dávkou dusíka 90 kg.ha⁻¹, 26,4 kg P.ha⁻¹ a 49,8 kg K.ha⁻¹ (7,99 t.ha⁻¹).

Kľúčové slová: dlhodobý pokus, hnojenie, produkcia sušiny, úhrn zrážok, teplota

Úvod

Trávne porasty majú vysokú produkčnú schopnosť, ktorá vyplýva z toho, že zmiešané spoločenstvo komplexnejšie využíva pôdny priestor k príjmu vody, živín i nadzemný priestor k zachyteniu slnečnej energie. Primárna funkcia porastov je zabezpečiť krm, živiny, palivá a liečivá. Sekundárna funkcia trávnych porastov je biodiverzita rastlín a živočíchov, ktorá je dôležitá pre udržanie kolobehu živín, vody, energie a funkčnosť ekosystémov. Doplnkovou funkciou trávnych porastov v 21. storočí sa stáva udržanie kvality ovzdušia, viazanie uhlíka, podpora opel'ovačov a symbiotických organizmov (SKLÁDANKA *et al.* 2014). FARBER *et al.* (2006) rozdeľuje služby a funkcie trávnych porastov do štyroch kategórií: 1. podporné funkcie (kolobeh živín, primárna produkcia, opel'ovači), 2. regulačné schopnosti (viazanie CO₂, prevencia pôdnych strát, udržanie pôdnej štruktúry), 3. zaisťovanie služieb (hry), 4.

kultúrne služby (turistika, tvorba krajiny). Všeobecne patrí produkčná funkcia trávnych porastov medzi základné funkcie, pretože zabezpečujú výživu zvierat, človeka, obnovu energie alebo tvorbu surovín (NOVÁK, 2008). Produkčná funkcia je množstvo sušiny vytvorené fotosyntetickou premenou svetelnej energie rastlinami, t.j. transformácia slnečnej energie do produkcie fytomasy (SKLÁDANKA *et al.* 2014).

Najvýznamnejšími ekologickými faktormi pôsobiacimi na druhové zloženie, produkciu a kvalitu krmu trávnych porastov sú vodný a živinový režim. Hnojenie zvyšuje produkciu využiteľnej biomasy všetkých druhov v poraste. Produkcia sušiny trávneho porastu je závislá od distribúcie a spôsobu využitia asimilátov medzi nadzemnou a podzemnou časťou trávneho porastu, pričom je potrebné zohľadniť úbytok sušiny v procese respirácie (VOZÁR a JANČOVIČ, 2014). Konečný efekt správneho hnojenia nezáleží len od úrovne dosiahnutých úrod a kvality krmu, ale i od správneho využívania porastov a najmä od zhodnotenia krmu v živočíšnej výrobe.

Materiál a metódy

Pokusy dlhodobého charakteru boli založené na dvoch lokalitách, vo Veľkej Lúke a v Krivej na Orave. Charakteristika jednotlivých lokalít je uvedená v tabuľke 1. Pokus vo Veľkej Lúke bol založený v roku 1961 v štyroch opakovaniach s veľkosťou pokusnej parcely 32 m², varianty hnojenia sú uvedené v tabuľke 2. Skoro na jar sa aplikovala prvá dávka hnojív (65 % N a celá dávka P a K) a po prvej kosbe bola dodaná druhá dávka N (35 %). Experiment v Krivej na Orave bol založený v roku 1968 v štyroch opakovaniach s veľkosťou pokusnej parcely 18 m². Hnojenie sa aplikovalo skoro na jar, dávka dusíka bola rozdelená nasledovne: 1/3 z celkovej dávky na jar, 1/3 po prvej kosbe a 1/3 po druhej kosbe (tab.3). Vápnenie bolo realizované v roku 2018 a pravidelne sa opakuje každých 6 rokov v dávke 6,0 t.ha⁻¹ CaO.

Tab. 1 Charakteristika pokusných lokalít

Stanovište	Veľká Lúka	Krivá na Orave
Nadmorská výška (m n. m.)	350	680
Dlhodobý priemer zrážok – za rok (R_r – mm)	757	895
Dlhodobý priemer zrážok – za vegetáciu (R_v – mm)	428	551
Dlhodobý priemer denných teplôt – za rok (t_{dr} - °C)	8,2	6,0
Dlhodobý priemer denných teplôt – za vegetáciu (t_{dv} -°C)	14,7	12,7
Pôdny druh	hlinitá	piesočnatohlinitá
Pôdny typ	fluvizem	kambizem
Geologický substrát	aluviálne naplaveniny	podhôrny flyš

Tab. 2 Varianty hnojenia Veľká Lúka

Variant	H n o j e n i e (kg.ha ⁻¹)			Pomer N:P:K
	N	P	K	
1	-	-	-	-
2	-	22	41,5	-
3	50	15	40	(1 : 0,30 : 0,8)
4	100	30	80	(1 : 0,30 : 0,8)
5	150	45	120	(1 : 0,30 : 0,8)
6	200	60	160	(1 : 0,30 : 0,8)
7	50	7,5	20	(1 : 0,15 : 0,4)
8	100	15	40	(1 : 0,15 : 0,4)
9	150	22,5	60	(1 : 0,15 : 0,4)
10	200	30	80	(1 : 0,15 : 0,4)

Porasty na oboch lokalitách boli využívané 3 kosbami, s termínom prvej kosby na začiatku klasickej prevládajúcich druhov tráv, 6 – 8 týždňov po prvej kosbe, 8 – 10 týždňov po druhej kosbe. Pred každou kosbou sme odobrali priemerné vzorky zelenej fytomasy (cca 500g) na stanovenie produkcie sušiny a chemické analýzy.

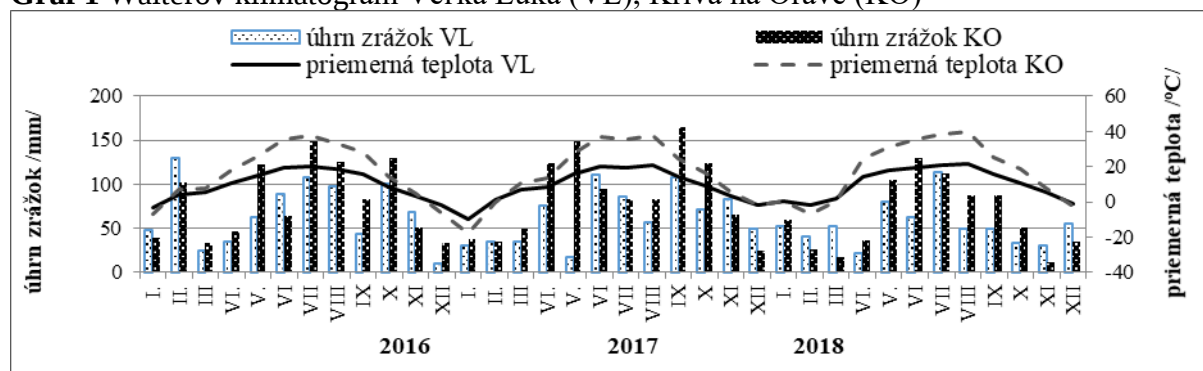
Tab. 3 Varianty hnojenia Krivá na Orave

Variant	H n o j e n i e (kg.ha ⁻¹)			
	N	P	K	Ca
1	-	-	-	-
2	90	26,4	49,8	-
3	90	26,4	49,8	6000
4	90	26,4	-	-
5	90	26,4	-	6000
6	90	-	49,8	-
7	90	-	49,8	6000
8	90	-	-	-
9	90	-	-	6000

Výsledky a diskusia

Priemerná teplota za vegetačné obdobie v roku 2016 bola 16,7 °C s úhrnom zrážok 434 mm (graf 1). Rok 2017 mal počas vegetácie úhrn zrážok 454 mm (o 20 mm viac ako v roku 2016). Najviac zrážok spadlo v júli a septembri. Priemerná teplota vzduchu za vegetačné obdobie bola 16,4 °C, čo je menej o 0,03 °C ako v roku 2016. Rok 2018 bol zrážkovo podnormálny, za vegetáciu spadlo len 328 mm, pričom najnižší úhrn zrážok bol v apríli (22 mm). Najviac zrážok bolo v júli (114 mm) spolu s druhou maximálnou priemernou mesačnou teplotou 20,6 °C. Priemerná teplota vzduchu za vegetáciu bola najvyššia v tomto roku a to 18,1 °C, čo je o 1,4 resp. 1,7 °C viac ako v rokoch 2016 a 2017.

Graf 1 Walterov klimatogram Veľká Lúka (VL), Krivá na Orave (KO)



Na lokalite Krivá na Orave sa roky 2016 – 2018 vyznačovali nadpriemernými teplotami a výrazne nadpriemerným úhrnom zrážok (graf 1), okrem roku 2018, kedy bol deficit vlahy 100 mm pod dlhodobým priemerom a priemerná teplota za vegetáciu bola až 14,1 °C. Rok 2017 dosiahol najvyšší úhrn zrážok počas vegetácie 698 mm s priemernou teplotou nižšou o 1,49 °C ako v roku 2018.

Počas sledovaného obdobia bola najvyššia produkcia sušiny na lokalite Veľká Lúka v roku 2016 na variantoch 3 – 6 s pomerom živín 1 : 0,3 : 0,8, od 7,76 t.ha⁻¹ do 11,81 t.ha⁻¹. V roku 2018 sme zaznamenali na všetkých variantoch najnižšiu produkciu (tab. 4). Hnojené varianty 3 až 6 dosahovali produkciu od 3,83 – 5,32 t.ha⁻¹, a varianty 7 – 10 ju mali o 0,39 – 1,36 t.ha⁻¹ nižšiu. Najvyššiu úrodu sušiny 5,32 t.ha⁻¹ sme zaznamenali na variante 6 (200 kg N, 60 kg P, 160 kg K). Tento variant poskytol najvyššie hodnoty úrody aj v predchádzajúcich rokoch, 11,81 t.ha⁻¹ v roku 2016 a 7,95 t.ha⁻¹ v roku 2017, avšak bez štatistickej preukaznosti.

Tab. 4 Produkcia sušiny na lokalite Veľká Lúka

Variant	2016	2017	2018	Priemer
	t.ha ⁻¹	t.ha ⁻¹	t.ha ⁻¹	
1	5,17	3,84	2,52	3,84 ^a
2	6,93	4,80	2,77	4,83 ^a
3	7,76	4,50	3,83	5,36 ^a
4	8,96	6,22	5,04	6,74 ^a
5	11,24	5,65	5,30	7,40 ^a
6	11,81	7,95	5,32	8,36 ^a
7	7,44	6,30	3,44	5,73 ^a
8	9,29	6,75	2,42	6,15 ^a
9	9,76	5,98	3,94	6,56 ^a
10	10,66	7,65	4,45	7,59 ^a

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

Výsledky pokusu ukazujú štatisticky preukazný vplyv roka na produkciu sušiny (tab. 5). Hnojenie dusíkom zvyšovalo produkciu sušiny vo všetkých kosbách a rokoch (VELICH, 1986; HOLÚBEK, 1991; GLABA a KACORZYKB, 2011).

Tab. 5 Vplyv rokov, kosby a pomerov na produkciu sušiny (t.ha⁻¹)

Rok	Priemer	Kosba	Priemer	Pomer	Priemer
2016	2,97 ^c	1	2,37 ^b	0	1,28 ^a
2017	1,99 ^b	2	2,36 ^b	PK	1,61 ^a
2018	1,30 ^a	3	1,53 ^a	1 : 0,3 : 0,8	2,16 ^a
				1 : 0,15 : 0,4	2,32 ^a

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

Najnižšia produkcia sušiny bola na nehnojenom variante, od 2,52 t.ha⁻¹ v roku 2018 do 5,17 t.ha⁻¹ v roku 2016. Štatisticky preukazne ($P < 0,05$) najvyššiu produkciu sušiny zaznamenali porasty v prvej a druhej kosbe, a v roku 2016 (tab. 5). K rovnakým záverom dospeli aj VARGOVÁ et al., (2012).

Diferencovaná skladba živín má zásadný vplyv na pokryvnosť agrobotanických skupín a aj na výšku úrod. Výrazný odstup sa prejavuje medzi jednotlivými variantmi predovšetkým vplyvom fosforečného hnojenia. Výška úrod je odrazom jeho obsahu v pôde, z čoho vyplýva, že rastliny nedokážu jeho nedostatok vykompenzovať. Za sledované obdobie v roku 2016 dosiahol najvyššiu produkciu sušiny variant 2 s NPK hnojením (8,82 t.ha⁻¹) a najnižšiu nehnojený variant (4,41 t.ha⁻¹). Aplikáciou vápenatého hnojenia bola produkcia sušiny nižšia o 5,9 % (N+Ca) – 18,64 % (NP+Ca). Pri porovnaní variantov NPK hnojenie s NP, NK a N hnojením sme zaznamenali pokles úrody o 1,15 t.ha⁻¹ na variante 4, o 2,7 t.ha⁻¹ na variante 6 a o 3,83 t.ha⁻¹ na variante 8 (tab. 6).

Tab. 6 Produkcia sušiny na lokalite Krivá na Orave

Variant	2016	2017	2018	Priemer
	t.ha ⁻¹	t.ha ⁻¹	t.ha ⁻¹	
1	4,41	3,57	2,85	3,61 ^a
2	8,82	7,92	7,24	7,99 ^d
3	7,29	7,64	6,74	7,22 ^c
4	7,67	8,39	6,17	7,41 ^{cd}
5	6,24	7,17	5,94	6,45 ^{bcd}
6	6,12	5,37	4,00	5,16 ^{abc}
7	5,44	4,88	4,38	4,90 ^{abc}
8	4,99	4,15	3,73	4,29 ^{ab}
9	4,71	2,99	3,58	3,76 ^{ab}

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

V roku 2017 dosiahol variant 4 (NP) vyššiu produkciu sušiny o 0,47 t.ha⁻¹ ako variant 2 s NPK hnojením. Najnižšiu úrodu sme zaevidovali na variante 9 s dusíkatým hnojením + Ca (2,99 t.ha⁻¹). Produkcia sušiny bola v ďalšom roku na všetkých variantoch veľmi nízka. Hnojené varianty poskytli produkciu sušiny od 3,73 do 7,24 t.ha⁻¹. Najvyššiu úrodu sme zistili na variante 2 s NPK hnojením (tab. 6). Aplikácia dusíka + P (variant 4) zvýšila produkciu sušiny o 2,17 t.ha⁻¹ pri porovnaní s aplikáciou dusíka + K (variant 6). Signifikantne ($P < 0,05$) najvyššia produkcia sušiny bola v roku 2016 (tab. 7). Obdobne ako na lokalite Veľká Lúka, mala prvá kosba štatisticky preukazný ($P < 0,05$) vplyv na produkciu sušiny (tab. 7).

Tab. 7 Vplyv rokov a kosby na produkciu sušiny (t.ha⁻¹)

Rok	Priemer	Kosba	Priemer
2016	2,06 ^b	1	2,41 ^c
2017	1,92 ^{ab}	2	1,95 ^b
2018	1,65 ^a	3	1,29 ^a

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

Pri porovnaní obidvoch lokalít môžeme konštatovať, že vyššiu produkciu sušiny sme zistili na lokalite Veľká Lúka. Priemerná produkcia za dané obdobie bola od 3,84 na nehnojenom variante do 8,36 t.ha⁻¹ na variante 6 s 200 kg dávkou dusíka (+PK). Experiment v Krivej na Orave poskytol priemernú produkcia úrody od 3,61 na variante 1 (bez hnojenia) do 7,99 t.ha⁻¹ na variante 2 s 90 kg dávkou dusíka (+PK). Zaznamenali sme pozitívny vplyv aplikácie hnojív na zvýšenie produkcie sušiny na obidvoch lokalitách. Rovnako, aj rok 2016 a prvá kosba signifikantne ovplyvňovali nárast úrody.

Záver

Za sledované obdobie 2016 – 2018 bola zaznamenaná vyššia produkcia sušiny na aluviálnej lúke v lokalite Veľká Lúka (350 m n. m.), s maximálnou produkciou (v priemere rokov 8,36 t.ha⁻¹) vo všetkých rokoch na variante s dávkou dusíka 200 kg.ha⁻¹, 60 kg P.ha⁻¹ a 160 kg K.ha⁻¹. Podobné výsledky sme zaznamenali aj v podhorskej oblasti v Krivej na Orave (680 m n. m.). Štatisticky preukazne najvyššiu produkciu sušiny dosiahol variant s dávkou dusíka 90 kg.ha⁻¹, 26,4 kg P.ha⁻¹ a 49,8 kg K.ha⁻¹ (7,99 t.ha⁻¹). Výsledky pokusov potvrdili signifikantný vplyv roka 2016 a prvej kosby na produkciu sušiny na obidvoch lokalitách.

Literatúra

1. GLABA, T. - KACORZYKB, P.: Root distribution and herbage production under different management regimes of mountain grassland. In Soil and Tillage Research, vol. 113, no. 2, 2011, pp. 99–104.
2. FARBER, S. et al. : Linking ecology and economics for ecosystem management. In BioScience, vol. 56, 2006, pp.121-133.
3. HOLÚBEK, R. : Produkčná schopnosť a kvalita PTP v mierne teplej a mierne suchej oblasti. Poľnohospodárska veda, Bratislava : Veda SAV, 1991, 132 s.
4. NOVÁK, J. : Pásienky, lúky a trávniky. Prievidza : Patria I. spol. s r. o. , 2008, 708 s. ISBN 978-80-85674-23-1
5. SKLÁDANKA, J. et al. : Pícninářství. Brno : MU, 2014, 368 s. ISBN 978-80-7509-111-6
6. VELICH, J. : Studium vývoje produkční schopnosti trvalých lučních porostů a drnového prosequ při dlouhodobém hnojení a jeho optimalizace. Praha: Videopres MON., 1986.162s.
7. VOZÁR, Ľ. - JANČOVIČ, J. : Ošetrovanie travných porostů. In Skládanka, J. Pícninářství. Brno : MU, 2014, s. 225-245. ISBN 978-80-7509-111-6
8. VARGOVÁ, V. - KOVAČIKOVÁ, Z. - MICHALEC, M.: Effects of rates and nutrient ratios on production and quality of phytomass at fertiliser application to an alluvial meadow. Agriculture (Poľnohospodárstvo), 58 (1), 2012, pp.1–10. DOI: <https://doi.org/10.2478/v10207-012-0001-z>

PodĎakovanie

Tento príspevok bol spracovaný z výsledkov riešenia Rezortného projektu výskumu a vývoja (RPVaV) „Komplexné systémy hospodárenia na trávnych porastoch“ v priebehu rokov 2016 – 2018.

Kontaktná adresa

Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva, Mládežnícka 36, Banská Bystrica, 921 23, Ing. Vladimíra Vargová, PhD., vladimira.vargova@nppc.sk

ANALÝZA INTERAKCIÍ STOKLASU HORSKÉHO A VIČENCA VIKOLISTÉHO V JEDNODUCHEJ MIEŠANKE

ANALYSIS OF THE MOUNTAIN BROME AND SAINFOIN INTERACTION IN SIMPLE MIXTURE

Ľuboš VOZÁR - Peter KOVÁR - Peter HRIC - Petra VEREŠOVÁ - Miriama PAULISOVÁ -
Martin MEDZANSKÝ

SPU Nitra, Katedra rastlinnej výroby a trávnych ekosystémov

Abstract

The aim of the work was to analyze the interactions of the individual components of the mountain brome (*Bromus marginatus* Nees ex Steud.) and the sainfoin (*Onobrychis viciaefolia* Scop.) and their influence on the functioning in the mixture. In the experiment 3 variants were observed: 1. variant - mountain brome (100 %), 2. variant – sainfoin (100 %), 3. variant - mountain mixture of mountain brome (50%) and sainfoin (50%). The results show a high competitiveness of the sainfoin in comparison with the mountain brome. This was possible to observe in the process of germination, crops, but also in the cover of these species in the variant with their joint cultivation.

Keywords: mountain brome, sainfoin, interaction in mixture

Súhrn

Cieľom práce bola analýza interakcií jednotlivých zložiek miešanky stoklasu horského (*Bromus marginatus* Nees ex Steud.) a vičenca vikolistého (*Onobrychis viciaefolia* Scop.) a ich vplyvu na fungovanie vičencotrávneho spoločenstva.

V pokuse sa sledovali 3 varianty: 1. variant – stoklas horský (100 %), 2. variant – vičenec vikolistý (100 %), 3. variant miešanka stoklasu horského (50 %) a vičenca vikolistého (50 %). Z výsledkov vyplýva vysoká konkurenčná schopnosť vičenca vikolistého v porovnaní so stoklasom horským. Uvedené bolo možné pozorovať v procese klíčenia, podieloch na úrodách, ale aj v pokryvnosti týchto druhov vo variante s ich spoločným pestovaním.

Kľúčové slová: stoklas horský, vičenec vikolistý, interakcia v miešanke

Úvod

Význam d'atelinovino-trávnych spoločenstiev je viacstranný. Na doterajšie uprednostňovanie produkčného významu je naviazané zdôrazňovanie ďalších významných ekologických, krajinných a spoločenských funkcií. Uvedený trend je daný znižovaním plôch intenzívnych d'atelinovino-trávnych porastov na ornej pôde a na druhej strane rozširovanie a viac menej extenzívnejšie využívanie plôch trávnych lúk a pasienkov. Ako ďalej uvádzajú Tišliar a Michalec (2006) vyrovnaný pomer živín, dobré znášanie krycej plodiny a utláčania, lepšia regenerácia, rýchlejší rast, menšie zberové straty vymrvením, ochrana proti erózii, lepší je u nich aj predplodinový efekt a je u nich možnosť pastvy, o ktorú nám ide nielen z hľadiska ekonomického, ale i zdravotného.

Na základe zistení Holúbeka, Jančoviča a Beňušku et al. (2001) je potrebné pri výbere druhov tráv aj d'atelinovín, ktoré sa pestujú v čistých kultúrach alebo miešankách, dbať na nasledujúce zásady: dĺžka a spôsob využitia a stanovištné pomery. Pre miešanky sú zároveň dôležité aj rastlinné faktory, ktoré vplývajú na možnosti konkurencie určitých druhov v rámci miešanky.

V prírode rozlišujeme niekoľko základných spôsobov interakcií, ktoré môžu vplyvom zmien vonkajšieho prostredia plynúlo prechádzať do iného alebo sa môžu rôznym spôsobom kombinovať. Medzi tieto vzťahy patrí mimo iného konkurencia (syn. kompetícia) a alelopátia

rastlín (Mikulka a i., 2003).

Cieľom práce bola analýza interakcií jednotlivých zložiek jednoduchej dvojkomponentnej miešanky stoklasu horkého (*Bromus marginatus* Nees ex Steud.) a vičenca vikolistého (*Onobrychis viciaefolia* Scop.) a ich vplyvu na fungovanie vičencotrávneho spoločenstva.

Materiál a metódy

Experiment na zistenie interakcií miešanky stoklasu horkého (*Bromus marginatus* Nees ex Steud.) a vičenca vikolistého (*Onobrychis viciaefolia* Scop.) sa realizoval na Katedre rastlinnej výroby a trávnych ekosystémov FAPZ SPU v Nitre. V experimente sa použila odroda stoklasu horkého „*Tacit*“ a odroda vičenca vikolistého odrody „*Višňovský vícesečný*“.

Charakteristika použitého biologického materiálu: Vičenec vikolistý (*Onobrychis viciaefolia* Scop.) je pôvodný druh v južnej a juhovýchodnej Európe a v západnej Ázii. V iných častiach Európy sa po zavlečení udomácnil. U nás rastie roztrúsene, v teplejších oblastiach až hojne. Vo vyšších polohách ojedinele. Je to trváca d'atelinovina so silnými koreňmi. Má hlboký kolovitý koreň. Je náročný na teplo a svetlo a veľmi odolný proti suchu. Vyžaduje pôdy kypré, priepustné s vápencovým podkladom. Pôdy ťažké, nedostatočne prevzdušnené a s vysokou hladinou podzemnej vody neznáša. Rastie väčšinou na suchších stanovištiach, napr. na lúkach, v priekopách, násypoch, stráňach, medziach. V našich podmienkach nahrádza lucernu siatu v nížinných polohách na chudobnejších, výsušných, piesočnatých až štrkovitých pôdach. V podhorskej oblasti sa mu darí na plytších výhrevných svahoch s karbonátovým podkladom, kde je súčasťou poloprírodných trávnych porastov. Pestuje sa ako monokultúra alebo v jednoduchých miešankách na ornej pôde s lucernou, ovsíkom alebo kostravou, prípadne i s vikami. Kvalita i úroda krmu vičenca je výborná. Krm má dobrú stráviteľnosť i veľmi vysokú využiteľnosť živín. Nespôsobuje nadúvanie, má mliekopudný účinok a navyše má fyto-sanitárne účinky – vysoký obsah tanínov pôsobí proti hlístovcom v črevách prežúvavcov. Krm je vhodný na priame skrmovanie mladým dobytkom, dojnícami a v miešankách i na pasienky, napríklad pre kone. Pasenie znáša lepšie ako lucerna siata, avšak nie časté a príliš nízke. Porasty vičenca zberáme väčšinou dvakrát ročne vo fáze plného kvitnutia a vyrábame z neho senáž, alebo seno s vynikajúcou kvalitou (Jančovič, Vozár, Kovár, 2015)

Stoklas horský (*Bromus marginatus* Nees ex Steud.) vo fáze metania dosahuje 50 – 70 cm, je modrozelenej farby, dobre olistený, s hladkými a jemnými stebkami. Listy sú vskutku jemné a takmer lysé. Pri chladnom počasi a daždivej jari rastliny „*sedia*“, zato pri teplej, vlhkej jari skoro nastupuje intenzívny rast. Veľmi mu svedčí teplé až horské počasie a vcelku dobre znáša prechodný zrážkový deficit. Vyniká nielen vysokými celkovými úrodami zeleného krmu a sušiny, ale i ich pomerne rovnomerným rozdelením v jednotlivých kosbách v priebehu vegetácie. Rastie dobre predovšetkým v oblastiach s miernejšou zimou a najmä s teplou jarou a letom, od nížin po pahorkatiny. Sucho znáša lepšie než mnohé iné trávy, napriek tomu je za teplé počasie a dostatok vlhky vďačný. Dobre reaguje i na závlahu. Má rád pôdy hlboké, živné a priepustné, pokiaľ nie sú zamokrené. Mrazuvzdornosť odrody 'Tacit' je veľmi dobrá. Vzhľadom k nižšej konkurenčnej schopnosti sa obvykle pestuje v monokultúre či s prístrekom d'atelinovín. I napriek svojej pozoruhodne vysokej vytrvalosti sa v zložitejších trávnych zmesiach v prítomnosti agresívnych komponentov presadzuje horšie (Míka a i., 2002).

Stoklas horský nachádza primárne využitie predovšetkým na výrobu krmiva, zvlášť konzervovaného. Vďaka priaznivému obsahu sušiny, vyššiemu obsahu vodorozpuštných sacharidov a nízkej pufrovacej schopnosti sa ľahko silážuje. *B. marginatus* 'Tacit' sa dobre uplatňuje v rýchlom ozeleňovaní plôch, ekologických projektoch, na pozemkoch ohrozených eróziou, pretože rýchlo klíči a v pomerne krátkej dobe vytvára uzavretý vegetačný kryt

a dobre rozvinutý koreňový systém. Vysoká produkcia sušiny (10 – 15 t.ha⁻¹), relatívne stabilný v časovom slede, lacné osivo, vytrvalosť na stanovišti, jednoduchá agrotechnika a zber sú jeho nespornými prednosťami (Míka, Řehořek, 2003).

Celý pokus bol rozdelený na dve fázy. V prvej sa realizoval v laboratórnych podmienkach. Druhá fáza sa robila v poľných podmienkach.

Prvá fáza. Laboratórny pokus s klíčením.

K tomuto účelu bol založený pokus s klíčením semien. Experiment sa realizoval v laboratóriu Katedry trávnych ekosystémov a poľných plodín, FAPZ SPU v Nitre. Sledovali sa 3 varianty:

Variant 1 – stoklas horský

Variant 2 – vičenec vikolistý

Variant 3 – stoklas horský + vičenec vikolistý

Semená jednotlivých druhov (po 100 ks v 4 opakovaníach) boli rovnomerne rozložené na filtračný papier v Petriho miske veľkosti 120 x 120 mm. Pri variante 3 sauložilo na jednu miskuspolu 50 ks vičenca vikolistého a 50 ks stoklasu horského striedavým spôsobom, riadok (10 ks semien) vičenca vikolistého sa striedal s riadkom stoklasu horského (10 ks semien). Filtračný papier bol následne po uložení semien zvlhčený 10 ml destilovanej vody.

Od založenia pokusu sa každý týždeň ráta počet vyklíčených semien. Celý pokus trval 3 týždne a na experiment s klíčením nadväzoval poľný pokus.

Stanovenie vhodnosti vykonania prísevu d'atelinotrávnej miešanky sa vypočítal na základe Priceovej rovnice evolučnej genetiky, prezentujúci aditívny rozklad biodiverzity (Loreau and Hector 2001) a má dva efekty: selekčný a komplementárny. Táto Priceova rovnica evolučnej genetiky sa typicky využíva na oddelenie zmien v charaktere vlastností, ktoré spôsobujú priame účinky prirodzenej selekcie v meniacich sa frekvenciách rôznych alel od tých, ktoré sú spôsobené interakciami medzi alelami v zmenenej populácii. Analogicky preto v „ekologickej selekcii“ sa vyskytujú zmeny v miešankách, ktoré sú nenáhodne spojené s ich vlastnosťami (napríklad úrody) v monokultúre spôsobujúci dominanciu alebo podriadenosť druhov. Selekčný účinok je preto determinovaný kovariáciou medzi vlastnosťami monokultúry a relatívnou početnosťou v miešanke. Pozitívna selekcia sa objavuje ak druh s vyššou než priemernou úrodou v monokultúre dominuje miešankám a negatívna selekcia ak opak je pravdou (Loreau and Hector 2001; Hector et al. 2002):

$$\Delta Y = Y_0 - \frac{Y_e}{2}$$

Y_0 - nameraná úroda druhu v miešanke

Y_e - úroda monokultúry

ΔY - vplyv na jednotlivé druhy

Druhá fáza. Poľný pokus.

Táto fáza experimentu sa realizovala v poľných podmienkach Demonštračnej a výskumnej bázy Katedry rastlinnej výroby a trávnych ekosystémov FAPZ SPU v Nitre.

Územie je charakteristické teplou nížinnou klímou s dlhým až veľmi dlhým, teplým a suchým letom a krátkou, mierne teplou, suchou až veľmi suchou zimou s krátkym trvaním snehovej prikrývky (30 – 40 dní). Priemerná ročná teplota vzduchu je 9,7 °C, dlhodobý priemer ročného úhrnu zrážok je 561 mm (Špánik, Repa, Šiška, 1996). Priebeh poveternostných podmienok v sledovanom období uvádzame tabuľke 1.

Tab. 1 Agroklimatická charakteristika v roku realizácie poľného pokusu

Mesiac	Normál 1951 – 1980		Ø teplota /°C/	Úhrn zrážok (mm)	Zrážky (mm) % normálu
	Ø teplota /°C/	Zrážky (mm)			
I.	-1,7	31,0	4,4	66,3	213,9
II.	0,5	32,0	5,0	32,9	102,8
III.	4,7	33,0	7,5	58	175,8
IV.	10,1	43,0	12,2	0,0	0,0
V.	14,8	55,0	16,6	106,7	194,0
VI.	18,3	70,0	21,1	36,0	51,4
VII.	19,7	64,0	22,3	35,6	55,6
VIII.	19,2	58,0	21,2	78,9	136,0
IX.	15,4	37,0	13,7	91,2	246,5
X.	10,1	41,0	9,9	31,6	77,1
XI.	4,9	54,0	3,6	50,2	93,0
XII.	0,5	43,0	-1,1	19,0	44,2
Ø	9,7		11,4		
Úhrn		561,0		606,4	115,9

*Zdroj Katedra biometeorológie a hydrológie, FZKI SPU Nitra

Pôda na pokusnej ploche sa vyvinula na kvartérnych, sedimentárnych horizontoch riečnej nivy rieky Nitra. Jedná sa o fluvizem s kolísajúcou hladinou podzemnej vody v hĺbke 1,2 – 1,5 m od povrchu. V objemovej hmotnosti a pórovitosti sú fyzikálne vlastnosti pôdy menej priaznivé (Polláková, Šimanský, 2015).

Na jar pred založením pokusu sme odobrali vzorku pôdy z pokusného stanovišťa z hĺbky do 0,2 m v množstve cca 250 g. Vo vzorke pôdy bol stanovený obsah jednotlivých prvkov:

N_{tot} – modifikovanou metódou podľa Kjehldala

P – kolorimetricky na spektrofotometri (Mehlich III)

K, Ca, Mg – atómovou absorbčnou spektrofotometriou na plameňovom absorbčnom spektrofotometri

Na – vo výluhu podľa Riňkinsa

humus (C_{ox}) – podľa Tjurina (Hm (% humusu) = $C_{ox} \times 1,724$)

pH – výmenne v KCl

Jej agrochemické vlastnosti uvádzame v tabuľke 2.

Tab. 2 Agrochemické vlastnosti pôdy pôvodného stanovišťa

pH/KCl	Humus %	Prístupné živiny v mg.kg ⁻¹						C_{ox} g.kg ⁻¹
		N	P	K	Mg	Ca	Na	
7,09	3,59	2282	54	350	680	4900	40	2,082

Pokus bol založený v poľných podmienkach botanickej záhrady SPU Nitra metódou latinského štvorca v 3 variantoch a v 4 opakovaniach. Vysievalo sa naširoko. V prvom roku bolo nutné realizovať odburiňovaciu kosbu. Výsledky v príspevku sú z druhého roku pestovania. Sledovali sa rovnako ako pri klíčení 3 varianty:

1. variant – stoklas horský (15 kg.ha⁻¹, 100 %-ný výsevok)

2. variant – vičenec vikolistý (50 kg.ha⁻¹, 100 %-ný výsevok)

3. variant – stoklas horský (7,5 kg.ha⁻¹, 50 %-ný výsevok) + – vičenec vikolistý (25 kg.ha⁻¹, 50 %-ný výsevok)

Porast bol v priebehu sledovaného roka 3 krát kosený. Vždy v čase metania stoklasu horského. Konkrétne: 1. kosba: 12. máj, 2. kosba: 26. jún a 3. kosba: 28. september.

Podiely jednotlivých komponentov sa zisťovali objektívne vytriedením rastlín po kosbe na tri skupiny:

- vičenec vikolistý,
- stoklas horský,
- sprievodné buriny.

Vzorky pre určenie hmotnosti aj podielu v poraste sme získavali z plochy 1 m² a následne boli vytriedené na jednotlivé skupiny. Vyselektované rastliny stoklasu horského, vičenca vikolistého a sprievodných burín boli odvážené a vysušené pri 105 °C. Následne sa vypočítali ich podiely na poraste.

Sprievodné buriny boli určované pomocou Kľúča na určovanie rastlín (Martinkovský a i., 1987), Veľkého kľúča na určovanie vyšších rastlín I (Dostál, Červenka, 1991), Veľkého kľúča na určovanie vyšších rastlín II (Dostál, Červenka, 1992), publikácie Z našej prírody (Červenka a i., 1984) a Zoznamu nižších a vyšších rastlín Slovenska (Marhold, Hindák, 1998).

Výsledky a diskusia

V prírodných podmienkach je rast a vývin jednotlivých rastlín ovplyvňovaný na jednej strane konkurenciou a vodou, živinami, svetlom a priestorom (Cantero et al., 1999) a na druhej strane interakciami sprostredkovanými chemickými látkami vylúčenými do prostredia. Vo všeobecnosti môžeme tento prírodný fenomén – alelopatiu – definovať ako špecifický negatívny (pozitívny) vplyv jedného druhu na klíčenie, rast a vývin druhého druhu (Callaway a Aschehough, 2000). K tomuto účelu bol založený pokus s naklíčovaním semien. Výsledky uvádzame v tabuľke 3. Z výsledkov je zrejmé, že od začiatku počítania vyklíčených semien/zŕn sme zistili podstatne nižšiu klíčivosť v prípade stoklasu horského, kde aj v konečnej miere vyklíčilo z celkového počtu len v priemere 16,25 zrna. Pri vičenci vikolistom sme zaznamenali v závere sledovaní v priemere 66,75 zrna. Zaujímavý bol efekt klíčenia v spoločnom prostredí, kde mali možnosť sa vzájomne ovplyvňovať diaspóry prostredníctvom vylučovaných alelochemikálií. V oboch prípadoch sme zistili vzájomný negatívny vplyv. Ak sa však zameriame na výsledky špecifickejšie, zistíme, že v prípade stoklasu bol pokles vyklíčených zŕn percentuálne ovplyvnený výraznejšie (- 28 %, pri stoklase horskom, resp. 10,8 % pri vičenci vikolistom).

Tab. 3 Sledovanie priemerného počtu vyklíčených semien

Variant	Termín počítania vzídených semien od založenia pokusu		
	7. deň	14. deň	21. deň
Variant 1 (SH)	3,67	15,5	16,25
Variant 2 (VV)	59,5	66,5	66,75
Variant 3 (SH/VV)	1,25 / 28,75	4,67/29,5	5/29,75
ΔY (SH/VV)	-1,17 / - 2	-6,16 / - 7,5	-6,25 / -7,25

ΔY – odchýlka počtu vzídených semien v zmesi v porovnaní s monokultúrou, SH – stoklas horský, VV – vičenec vikolistý

Napriek tomu, že v laboratórnych podmienkach mnohé druhy rastlín preukázali alelopatické pôsobenie, v prirodzených podmienkach je táto skutočnosť odlišná. Dôvodom toho je, že vylúčené alelochemikálie môžu byť absorbované na pôdne koloidy, taktiež môžu podliehať mikrobiálnej degradácii vedúcej k ich deaktivácii, alebo môžu byť splavené hlboko do pôdy, kam koreňový systém rastlín nezasahuje (Goslee et al., 2001).

Z výsledkov (Tab. 4) vyplýva, že pokryvnosť stoklasu horského v porovnaní s vičencom vikolistým v prvej kosbe je vyššia (stoklas horský 84,7%, vičenec vikolistý 66,2%). Čiže opačné výsledky ako sme pozorovali pri kľčení v kontrolovaných podmienkach.

Z hodnôt zistených v druhej kosbe je vidieť pokles pokryvnosti stoklasu horského v porovnaní s prvou kosbou. Taktiež je vidieť nárast podielu burín v danom variante. Naopak pri vičenci vikolistom môžeme pozorovať nárast pokryvnosti a zníženie zastúpenia burín v danom variante. I keď obom rastlinám sa pri pestovaní v monokultúre darilo lepšie ako pri pestovaní v miešanke je zrejmé, že vičenec vikolistý aj napriek tomu prevláda nad stoklasom a jeho hodnota je vyššia. Pri poslednom, treťom variante, miešanke oboch rastlín vičenca je rozdiel pri porovnaní nízky. Stoklas naopak zaznamenal približne dvojnásobný podiel. V poslednej kosbe môžeme pozorovať v prvom variante približne rovnakú hodnotu pokryvnosti stoklasu horského s burinami, dokonca percento burín v tomto prípade je vyššie ako percento stoklasu. Pri vičenci vikolistom taktiež sledujeme len nepatrné rozdiely v hodnotách, no vičenec na rozdiel od stoklasu prevláda nad burinami. Pri poslednom variante je viditeľné najmä percentuálne zvýšenie zastúpenia burín, v porovnaní s ostatnými kosbami je toto percento najvyššie. Môžeme konštatovať, že sa nám potvrdilo, že konkurenčná schopnosť stoklasu horského v zmesiach s d'atelinovinami je veľmi slabá a termín kosby ju podstatne nemení (Míka a i., 2002).

Tab. 4 Pokryvnosti jednotlivých druhov (%)

Variant	stoklas horský	vičenec vikolistý	buriny
	1. kosba		
Variant 1 (SH)	84,7		15,3
Variant 2 (VV)		66,2	33,8
Variant 3 (SH/VV)	9,8	58,2	32
	2. kosba		
Variant 1 (SH)	55,7		44,3
Variant 2 (VV)		90,9	9,1
Variant 3 (SH/VV)	18,5	56	25,5
	3. kosba		
Variant 1 (SH)	48,6		51,4
Variant 2 (VV)		58,9	41,1
Variant 3 (SH/VV)	10	21	69

Pokiaľ v počiatočných štádiách vývoja porastu dominovala z burín predovšetkým ježatka s takmer 100 % pokryvnosťou, po vykonaní odburiňovacích kosieb bol na jeseň v prvom, roku založenia pokusu, vo všetkých troch variantoch zaznamenaný výskyt najmä týchto druhov burín: láskavec ohnutý (*Amaranthus retroflexus* L.), pichliač roľný (*Cirsium arvense* (L.) Scop.), pupenec roľný (*Convolvulus arvensis* L.), ježatka kuria (*Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv.), mrlík biely (*Chenopodium album* L.), hluchavka objímavá (*Lamium amplexicaule* L.), pyštek obyčajný (*Linaria vulgaris* Mill.), mohár zelený (*Setaria viridis* (L.) P. Beauv.) a mlieč roľný (*Sonchus arvensis* L.).

V roku sledovania bol zaznamenaný vo všetkých troch variantoch výskyt týchto druhov burín: palina obyčajná (*Artemisia vulgaris* L.), kapsička pastierska (*Capsella bursa – pastoris* (L.) Medik), hluchavka objímavá (*Lamium amplexicaule* L.), pyštek obyčajný (*Linaria vulgaris* Mill.), mak vlčí (*Papaver rhoeas* L.), štiav kučeravý (*Rumex crispus* L.), mlieč roľný (*Sonchus arvensis* L.), mlieč zelinný (*Sonchus oleraceus* L.), hviezdica prostredná (*Stellaria media* (L.) Vill.), mliečnik kolovratcový (*Tithymalus helioscopia* (L.) Scop.), parumanček nevoňavý (*Tripleurospermum perforatum* (Mérat) M. Lainz) a veronika

perzská (*Veronica persica* Poir.).

Okrem pozorovania alelopatického vzťahu klíčiacych semien a vyhodnotenia relatívneho podielu rastlín podielu sme sa v práci zamerali aj na hodnotenie absolútnych hodnôt hmotnosti nadzemnej fytohmoty komponentov pestovaných samostatne a v miešanke. Sledovala sa hmotnosť stoklasu horského ako samostatného variantu, hmotnosť vičenca vikolistého ako samostatného variantu a hodnotenie hmotnosti týchto dvoch komponentov v miešanke. V tabuľke 5 je uvedená priemerná produkcia sušiny za jednotlivé kosby a za varianty.

Tab. 5 Produkcia sušiny (g.m²)

Varianty	Priemerná produkcia sušiny za variant			
	1. kosba	2. kosba	3. kosba	Σ
Variant 1 (SH)	223, 75	31,25	59,5	90,75
Variant 2 (VV)	255	153,75	101	509,75
Variant 3 (SH/VV)	273,75	113,75	51,25	438,75
ΔY (SH/VV)	-92,99/161,74	87,75/-45,25	-28,5/-29,5	-33,74/86,99

ΔY – odchýlka produkcie sušiny v zmesi v porovnaní s monokultúrou, SH – stoklas horský, VV – vičenec vikolistý

Ako vidno v tabuľke 5, hodnoty namerané v 1. kosbe ukazujú vyššiu produkciu sušiny vičenca vikolistého ako pri stoklase horskom (255, vs. 223,75 g.m²). V miešanke dosiahla produkcia sušiny úroveň 273,75 g.m². V druhej kosbe produkcia sušiny vičenca vikolistého bola opäť väčšia ako úroda stoklasu horského. Je však viditeľné, že v miešanke daných rastlín je hodnota produkcie nižšia dokonca aj v porovnaní s úrodou monokultúrne pestovaného vičenca vikolistého. V porovnaní s hodnotami prvého odberu sa produkcia výrazne kultúrnych druhov znížila. Dôsledkom bol aj zvýšený počet burín v danom variante a tiež výrazne zvýšený počet prázdnych miest. Z hodnôt uvedených za poslednú kosbu môžeme pozorovať nárast úrody sušiny pri stoklase horskom aj napriek zvýšenému zastúpeniu burín.

Pri vyhodnotení vzájomného vplyvu sme zistili v celoročnom hodnotení negatívny vplyv spoločného pestovania na stoklas horský. Vičenec vikolistý v sumárnom porovnaní síce zvýšil produkciu, ale v rámci kosieb sa na tom podieľala výraznou mierou len prvá kosba.

Záver

Miešanky d'atelinovín s trávami sa od ostatných poľnohospodárskych plodín odlišujú biologicko - ekologickými vlastnosťami a nárokmi na agronomické opatrenia. Základom je však biológia jednotlivých druhov, ktoré sa vzájomným pôsobením ovplyvňujú, čomu bežne hovoríme konkurenčné vzťahy.

Pri analýze interakcií miešanky stoklasu horského (*Bromus marginatus* Nees ex Steud.) a vičenca vikolistého (*Onobrychis viciaefolia* Scop.) a ich vplyvu na fungovanie vičencotravného spoločenstva sme zistili vysokú konkurenčnú schopnosť vičenca vikolistého v porovnaní so stoklasom horským. Uvedené bolo možné pozorovať v procese klíčenia, podieloch na úrodách, ale aj v pokryvnosti týchto druhov vo variante s ich spoločným pestovaním.

Literatúra

1. CALLAWAY, R. M. - ASCHEHOUGH, E. T.: *Invasive plants versus their new and old neighbours: a mechanism for exotic invasion*. Science 290: 521-523, 2000.
2. CANTERO, J. J. - PARTEL, M. - ZOBEL, M.: *Is species richness dependent on the neighbouring stands: An analysis of the community patterns in mountain grasslands of central Argentina*. Oikos 87: 346-354, 1999.

3. ČERVENKA, M. - FERÁKOVÁ, V. - HÁBER, M. - KRESÁNEK J. - PACLOVÁ, L. - PECIAR, V. ŠOMŠÁK, L.: *Z našej prírody. Rastliny, horniny, minerály, skameneliny*. Bratislava: Príroda, 1984. 404 s.
4. DOSTÁL, J. - ČERVENKA, M.: *Veľký kľúč na určovanie vyšších rastlín I*. Bratislava: Slovenské pedagogické nakladateľstvo, 1991, 1 - 775 s. ISBN 80-08-00273-5.
5. DOSTÁL, J. - ČERVENKA, M.: *Veľký kľúč na určovanie vyšších rastlín II*. Bratislava: Slovenské pedagogické nakladateľstvo, 1992, 784 - 1567 s. ISBN 80-08-0003-1.
6. GOSLEE S. C. - PETERS, D. C. - BECK, K. G.: *Modeling invasive weeds in grasslands: The role of allelopathy in Acroptilon repens invasions*. Ecological Modeling 139: 31-45, 2001.
7. HOLÚBEK, R. - JANČOVIČ, J. - KRAJČOVIČ, V. - BEŇUŠKA, N. - KNOTEK, S. - ŠÚR, D.: *Lúkarstvo a pasienkárstvo*. Nitra: SPU, 2001 136 s., ISBN 80- 7137-382-6
8. JANČOVIČ, J. - VOZÁR, Ľ. - KOVÁR, P.: *Krmovinárstvo*. 1. vyd. Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2015. 159 s. ISBN 978-80-552-1331-6.
9. MARHOLD, K. - HINDÁK, F.: *Zoznam nižších a vyšších rastlín Slovenska*. Bratislava: VEDA, 1998. 687 s. ISBN 80-224-0526-4.
10. MARTINOVSKÝ, J. - ČERVENKA, M. - PŘIKRYL, J. - PACHOLÍK, R.: *Kľúč na určovanie rastlín*. Bratislava: Slovenské pedagogické nakladateľstvo, 1987. 776 s.
11. MÍKA, V. - ŘEHOŘEK, V.: *Sveřepy (rod Bromus L. s.l.) ve střední Evropě*. Praha: VÚRV, 2003. 151 s. ISBN 80-86555-39-9.
12. MÍKA, V. a i.: *Morfogeneze trav*. Praha: VÚRV, 2002. 124 – 126 s. ISBN 80-86555-20-8.
13. MIKULKA, J. - CHODOVÁ, D. - MARTÍNKOVÁ, Z.: *Plevele a jejich regulace* [online]. 2003 [cit. 2006-4-14]. Dostupné na internete: <http://www.vurv.cz/weeds/cz/druhy/03.html>
14. POLLÁKOVÁ, N. - ŠIMANSKÝ, V.: *Selected soil chemical properties in the campus of the Slovak University of Agriculture in Nitra*. Acta Fytotechnica et Zootechnica. 18(3), 66–70. [https://doi: 10.15414/afz.2015.10.03.66-70](https://doi.org/10.15414/afz.2015.10.03.66-70)
15. ŠPÁNIK, F. - ŠIŠKA, B. - REPA, Š.: *Agroklimatická charakteristika roku 1995 v Nitre*. č. 5, Nitra: VES VŠP, 1996, 44 s., ISBN 80-7137-313-3
16. TIŠLIAR, E. - MICHALEC, M.: *Kvalitatívne hodnotenie d'atelinotravných miešaniek*. In: Trávne porasty -súčasť horského poľnohospodárstva a krajiny. Zborník medzinárod. ved. konf., Banská Bystrica: SCPV VÚTPaHP, 2006, s. 35-39 , ISBN 80-88872-56-1.

Pod'akovanie

Tento príspevok bol podporený projektami KEGA č. 032SPU-4/2019 Terminologický slovník krmovinárstva a č. 019SPU-4/2019 Vysokoškolská učebnica - Zakladanie a ošetrovanie trávnikov riešených na Katedre rastlinnej výroby a trávnych ekosystémov.

Touto cestou by sme chceli poďakovať aj Ing. Lenke Papajovej za pomoc pri zbere a vyhodnocovaní údajov.

Kontaktná adresa

doc. Ing. Ľuboš Vozár, PhD., SPU v Nitre, Katedra rastlinnej výroby a trávnych ekosystémov, FAPZ SPU v Nitre, email: lubos.vozar@uniag.sk

VÝSLEDKY POKUSOV S KUKURICOU SIATOU NA ZRNO V PP LAŽŇANY

RESULTS OF EXPERIMENTS WITH MAIZE SOWED FOR GRAIN IN PP LAŽŇANY

Jozef ŽEMBERY¹ – Ján HOSPODÁR²

¹Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Katedra rastlinnej výroby a trávnych ekosystémov

²SHR –farma Lažňany

Abstract

The aim of the work was to compare the results of yields and selected morphological features and yield-forming elements of 7 hybrids from 4 different companies in FAO group 380 to 420.

In the experimental plots of the Zalužice - Lažňany agricultural enterprise, a two-year experiment with maize sown for grain was established in the growing years 2018 and 2019. By analyzing the variance, we found that the year had a statistically highly significant effect on all monitored parameters, except for the yield-forming element, the number of snails per plant. We observed a statistically highly significant influence of the hybrid on the measurable sign of the height of the ploughshare and the grain yield. We observed a statistically significant effect at the signs of plant height and weevil weight. When evaluating the trait of the total height of maize plants, there was a statistically significant difference between the hybrid P9606 and the hybrids P9903, DKC4795, Oxxxygen. There was a statistically significant difference in the height of the pitcher set between the P9606 and DKC4795 hybrids compared to the other hybrids. None of the hybrids had a statistically significant effect on the length of the snail. The statistically significant influence of the hybrid on the number of snails on the plant was not manifested in any case. In the statistical evaluation, the demonstrable influence of the hybrid on the weight of the snail was manifested between the hybrids P9903 and Oxxxygen. None of the hybrids had a statistically significant effect on the number of grains in the cross section. The highest average hectare yield in two years was achieved by the hybrid P9606 and P0023 with an average yield of 10.41 t.ha⁻¹. These two hybrids appear to be the most stable under given agroecological conditions with the lowest variability in hectare yields over two years and a year-on-year difference of 3.56 and 3.33 t.ha⁻¹, respectively. The Oxxxygen hybrid with an annual variability of 5.45 t.ha⁻¹ appears to be the least ecostable. The average yield in 2018 was 7.53 t.ha⁻¹. The highest yield in 2018 was achieved by hybrid P0023 (8.75 t.ha⁻¹).

The average yield in 2019 reached 11.96 t.ha⁻¹. The highest yield this year was achieved by the hybrid P9903 (12.20 t.ha⁻¹).

Keywords: maize, hybrids, yield forming elements, yield

Súhrn

Cieľom práce bolo porovnať výsledky úrod, vybrané morfológické znaky a úrodotvorné prvky 7 hybridov od 4 rôznych spoločností v FAO skupine 380 až 420. Na pokusných poliach poľnohospodárskeho podniku Zalužice - Lažňany bol v pestovateľských ročníkoch 2018 a 2019 založený dvojročný pokus s kukuricou siatou na zrno.

Analýzou rozptylu sme zistili, že ročník mal štatisticky vysoko preukazný vplyv na všetky sledované parametre okrem úrodotvorného prvku počet šúľkov na rastline. Štatisticky vysoko preukazný vplyv hybridu sme pozorovali na merateľný znak výška nasadenia šúľka a úroda zrna. Štatisticky preukazný vplyv sme pozorovali pri znakoch výška rastliny a hmotnosť

šúlku. Pri hodnotení znaku celková výška rastlín kukurice sa prejavil štatisticky preukazný rozdiel medzi hybridom P9606 a hybridmi P9903, DKC4795, Oxygen. Štatisticky preukazný rozdiel pri výške nasadenia šúlka sa prejavil medzi hybridmi P9606 a DKC4795 v porovnaní s ostatnými hybridmi. Na dĺžku šúlka nemal štatisticky preukazný vplyv ani jeden z hybridov. Štatisticky preukazný vplyv hybridu na počet šúľkov na rastline sa neprejavil ani v jednom prípade. Pri štatistickom hodnotení sa preukazný vplyv hybridu na hmotnosť šúlka prejavil medzi hybridmi P9903 a Oxygen. Ani jeden z hybridov nemal štatisticky preukazný vplyv na počet zŕn na priereze šúlka. Najvyššiu priemernú hektárovú úrodu za dva roky dosiahol hybrid P9606 a P0023 s priemernou úrodou 10,41 t.ha⁻¹. Tieto dva hybridy sa javia v daných agroekologických podmienkach najstabilnejšie s najnižšou variabilitou v hektárovej úrode počas dvoch rokov a medziročným rozdielom 3,56, resp. 3,33 t.ha⁻¹. Za najmenej ekostabilný sa javí hybrid Oxygen s ročníkovou variabilitou 5,45 t.ha⁻¹. Priemerná úroda v roku 2018 bola 7,53 t.ha⁻¹. Najvyššiu úrodu v roku 2018 dosiahol hybrid P0023 (8,75 t.ha⁻¹). Priemerná úroda v roku 2019 dosiahla 11,96 t.ha⁻¹. Najvyššiu úrodu v tomto roku dosiahol hybrid P9903 (12,20 t.ha⁻¹).

Kľúčové slová: kukurica, hybridy, úrodotvorné prvky, úroda

Úvod

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

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

Hanáčková a Žembery (2015) zistili, že úroda zrna kukurice satej na zrno bola štatisticky významne ovplyvnená ročníkom, spôsobom obrábania a hnojením. V roku 2012 sa dosiahla pri aplikácii nižších dávok dusíka vyššia priemerná úroda zrna ako v roku 2013 o 0,83 t.ha⁻¹. Prihnojenie dusíkom v roku 2013 v období intenzívneho rastu bolo neefektívne, nakoľko úhrn zŕazok v tomto období dosiahol len 4,2 % dlhodobého normálu.

Z výsledkov Žemberyho et al., (2008) vyplýva, že hnojenie na variante s aplikáciou priemyselných hnojív vplývalo vysoko preukazne na počet rastlín (ks.ha⁻¹), hmotnosť zrna zo šúlka a v interakcii s ročníkom na HTZ a úrodu zrna. Pestovateľský ročník štatisticky vysoko preukazne ovplyvnil všetky sledované úrodotvorné prvky a úrodu zrna kukurice. Viacfaktorovou analýzou bol potvrdený preukazný vplyv medzi ročníkom 2001 a 2002.

Podľa Zatkálíka (2002) veľmi významným, často rozhodujúcim úrodotvorným prvkom je počet rastlín na jednotke plochy, pretože kukurica nedostatočný počet rastlín nemôže kompenzovať autoreguláciou (odnožovaním), ale len zvýšením počtu zŕn na šúlku pri pomerne stabilnej HTZ. Počet šúľkov na rastline je pomerne stabilný prvok úrodnosti, často sa jeho hodnota môže meniť vplyvom nedostatočného zahustenia, resp. prehustenia porastu. Za rozhodujúci úrodotvorný prvok kukurice satej na zrno považujú počet rastlín na jednotku plochy aj (Fuksa et al. 2004) a (Žembery et al., 2005).

Žembery a Bušo, (2010) v hodnotenom období rokov 2003-2006 sledovali vplyv hnojenia a poveternostných podmienok na úrodu zrna kukurice satej. Najvyššie úrody zrna dosiahli pri vyrovnanej bilancii medzi úhrnom zŕazok a teplotami počas vegetačného obdobia.

Materiál a metodika

Poľnohospodársky dvor Lažňany patrí do okresu Michalovce na Východoslovenskej nížine. Spadá pod katastrálne územie obce Zalužice. Priemerná nadmorská výška obce je

124 m.n.m. Kataster obce je na rozhraní dvoch celkov, Východoslovenskej pahorkatiny a Východoslovenskej roviny. Pôdy sú podľa zrnitostného zloženia zaraďované ku hlinitým, ílovitohlinitým. Ide o pôdy s nízkym obsahom humusu (1,5 až 2 %). Prevládajú pôdy stredne hlboké (0,40 m). Dominantné pôdne typy sú luvizeme pseudoglejové, lokálne kambizeme, čiernice glejové, sprievodné čiernice a gleje.

Lokalita sa nachádza v kukuričnej výrobnjej oblasti (podoblasť mierne suchá s chladnou zimou) s priemernou ročnou teplotou vzduchu 8 - 9 °C. Klimatický región teplý, veľmi suchý, nížinný. Ročný úhrn zrážok sa pohybuje od 650 do 750 mm.

V pokuse bolo hodnotených sedem hybridov kukurice a to: P9606 (FAO 380), P9903 (FAO 400), P0023 (FAO 420) od fi. Pioneer, Kollineas (FAO 380) od spoločnosti KWS, DKC4795 (FAO 380), DKC4717 (FAO 400) od spoločnosti Monsanto, Oxygen (FAO 380) od spoločnosti Saatbau. Na pokusných parceliach poľnohospodárskeho podniku Zalužice - Lažňany bol v pestovateľských ročníkoch 2018 a 2019 založený dvojročný pokus hodnotiaci úrodu a vybrané morfológické znaky a úrodotvorne prvky kukurice satej na zrno. Z organizačných a logistických dôvodov sa pokus realizoval v obidvoch ročníkoch na tých istých parceliach. Z obidvoch pokusných parciel boli pred založením pokusu odobraté vzorky pôdy na agrochemický rozbor pôdy na zásobu makroprvkov.

Tab. 1 Agrochemický rozbor pôdy pred sejbou

Analýza pôdnej vzorky	pH	P (mg.kg ⁻¹)	K (mg.kg ⁻¹)	Mg (mg.kg ⁻¹)
Parcela I	6,48 –slabo kyslá	117 - dobrý	208 -dobrý	304 – vysoký
Parcela II	6,10 –slabo kyslá	89 - dobrý	137 - vyhovujúci	270 - vysoký

Agrotechnika pokusu: Príprava pôdy pred založením pokusu pozostávala z podmietky po pšenici letnej forme ozimnej štvormetrovými tanierovými bránami Gregoire Besson. Pred podmietkou sa na strnisko aplikovalo 100 kg NPK (15:15:15). Ďalšou operáciou na pozemku v jesennom období bolo hlboké kyprenie pôdy podrývakom Maschio Attila do hĺbky 0,26 m. Následne na jar pred sejbou sa pôda urovnala a pripravila radličkovým náradím Horsch Cruiser do hĺbky 70 mm. Táto operácia zabezpečila vhodnú štruktúru pôdy a reguláciu vzhádzajúcich burín. Tento postup sa opakoval aj v ďalšom pestovateľskom ročníku 2019 s tým rozdielom, že po kukurici sa strnisko najskôr nastielalo mulčovačom s horizontálnou osou, potom sa plošne aplikovala dávka 100 kg NPK a až potom sa realizovala podmietka tanierovými bránami. Porast kukurice sa zakladal 1.5.2018 a 29.4.2019. Pri sejbě sa aplikovalo 150 kg NPK pod päť.

Tab. 2 Prehľad aplikovaných hnojív v pokuse

Hnojivo	Aplikované	N č.ž.	P ₂ O ₅	K ₂ O
NPK	250kg	37,5	37,5	37,5
LAV	220kg	59,4	0	0
DAM 390	195kg	58,5	0	0

Sejba sa realizovala v roku 2018 šesťriadkovou sejačkou Monosem, v roku 2019 šesťriadkovou sejačkou Kubota. Medziriadková vzdialenosť bola nastavená na 0,75 metra, hĺbka sejby 50 až 60 mm. Výsevok 75 tisíc jedincov na hektár. Pokusná parcelka pre jeden hybrid mala šírku 4,5 metra (6 riadkov) a dĺžku 70 metrov. Každý hybrid tak bol vyhodnocovaný na ploche 315 m² pre jedno opakovanie. 40 dní od sejby sa aplikovalo 220 kg

LAV a 55 dní od sejby sa realizovalo plečkovanie s prihnojením DAMom v dávke 150 litrov.ha⁻¹. Herbicídna ochrana sa vykonala preemergentne, prípravkom Adengo v dávke 0,4 l.ha⁻¹, s účinnými látkami Isoxaflutole (90 g.ha⁻¹) a Thienencarbazone - methyl (36 g.ha⁻¹).

Výsledky a diskusia

Priebeh počasia v roku 2018.

Január 2018 bol v lokalite pokusu teplotne nadnormálny. Zima udrela až na prelome februára a marca počas jedného z najvýraznejších ochladení v roku 2018. Ochladenie vrcholilo práve na prelome posledného zimného a prvého jarného mesiaca, kedy bola maximálna denná teplota vzduchu pod bodom mrazu. V polovici marca sa vyskytlo ešte jedno výraznejšie ochladenie, po ktorom sa však začalo rýchlo otepľovať. Typicky jarné počasie trvalo len zhruba 2 týždne. Mesiac marec bol z pohľadu zrážok normálny. V apríli sa nevyskytlo žiadne výraznejšie ochladenie. Apríl 2018 bol vôbec najteplejším aprílom od začiatku systematických meraní na území Slovenska. Už v apríli sa tak začali objavovať prvé problémy so suchom. Jeho prejavy a zhoršujúce sa dopady v niektorých regiónoch Slovenska v ďalšom priebehu teplého polroka podporovali, okrem len sporadického výskytu výdatnejších zrážok, aj teplotne nadnormálne obdobie, ktoré trvalo od prvej aprílovej dekády až do polovice novembra 2018. Z pohľadu pôdneho sucha bola situácia ešte do polovice apríla celkom priaznivá. S výnimkou februára a marca 2018 boli všetky hodnotené mesiace teplotne nadnormálne, pričom v niektorých prípadoch boli mimoriadne až extrémne teplé (január, apríl, máj, august). Leto bolo mimoriadne teplé a veľmi dlhé. Vyskytla sa veľmi dlhá perióda teplého počasia v júli a pokračovala v priebehu väčšej časti augusta, pričom bolo počas nej zaznamenaných až 21 tropických dní v rade. Z hľadiska priebehu minimálnych teplôt v čase vzchádzania a prvých rastových fáz kukurice, počas ktorých je náchylná k poškodeniu nízkymi teplotami, došlo k výraznejšiemu ochladeniu ešte pred sejbou v dátume od 21.4. do 23.4. a následne od 27.4. do 28.4. V oboch prípadoch došlo k poklesu tesne pod bodom mrazu. Po sejbe už k takýmto výrazným prepadom teploty nedošlo. Najnižšia dosiahnutá teplota po vzídení bola nameraná 15.5. a to 2,5 °C nad nulou.

Rok 2019 Zimné mesiace na prelome rokov 2018 a 2019 patrili k teplotne aj zrážkovo nadnormálnym. Január bol (ako na pokusnej lokalite, tak aj na väčšine územia) teplotne normálny, vlhký a zrážkovo normálny. Február bol teplotne nadnormálny. V porovnaní s dlhodobým priemerom bola dosiahnutá kladná odchýlka až +3,0 °C, a v posledný februárový deň bola zaznamenaná vôbec najvyššia nameraná februárová teplota v histórii meteorologických meraní (20,6 °C). Zrážkovo bol február s 18 mm zrážok pod dlhodobým normálom. Teplotne vysoko nadnormálne boli aj jarné mesiace marec a apríl. Marec bol v mieste pokusnej lokality mimoriadne suchý, a už začiatkom apríla sa začal prejavovať deficit zrážok aj na poľnohospodárskych plodinách. Podľa portálu Intersucho deficit začiatkom apríla dosahoval až do -100 mm zrážok, pričom na pokusnej lokalite bol hodnotený ako extrémne sucho a relatívne nasýtenie v povrchovej vrstve 20 - 25 %. Začiatkom mája sa výraznejšie ochladilo. Celkovo bol máj teplotne podnormálny a zrážkovo vysoko nadnormálny. Zmiernila sa tak dlhodobá pretrvávajúca negatívna zrážková bilancia. Priemerná denná teplota vzduchu začiatkom júna presahovala 20 °C, čo je vysoko nad normálom. Jún bol hodnotený ako najteplejší jún v histórii meraní. Územie zasiahli dve vlny horúčav v druhej a tretej dekáde mesiaca. Zároveň bol zaznamenaný aj rekordný počet tropických dní. Rozdiel v priemernej mesačnej teplote v máji a júni dosiahol 10,3 °C. Zrážková bilancia bola do veľkej miery ovplyvňovaná búrkovou činnosťou s nerovnomerným rozdelením zrážok. V mieste pokusnej lokality sme zaznamenali 48 mm, čo je pod normálom. Koncom druhej vlny júnových horúčav zasiahli okres búrky s krúpami s priemerom viac ako 50mm, ktoré len tesne minuli pokusnú lokalitu. Júl a august boli zrážkovo normálne. August bol teplotne nadnormálny, mimoriadne teplo bolo hlavne v tretej dekáde mesiaca, po ktorej

nasledovalo začiatkom septembra mierne ochladenie. Žembery a Bušo, (2010) v hodnotenom období rokov 2003-2006 sledovali vplyv hnojenia a poveternostných podmienok na úrodu zrna kukurice satej. Najvyššie úrody zrna dosiahli pri vyrovnanej bilancii medzi úhrnom zrážok a teplotami počas vegetačného obdobia.

Tab. 3 Analýza rozptylu na merateľné hodnoty a vybrané úrodotvorné prvky kukurice

Zdroj variability	Sledovaný parameter			
	Výška rastliny	Výška nasadenia šúľkov	Počet šúľkov na rastline	Dĺžka šúľka
	P hodnoty			
Ročník	0,0000**	0,0000**	0,3559	0,0000**
Hybrid	0,0223*	0,0030**	0,2752	0,0653
Opakovanie	0,0047**	0,0250**	0,3559	0,2022
Zdroj variability	Sledovaný parameter			
	Hmotnosť šúľka	Počet zŕn na priereze	Úroda zrna	
	P hodnoty			
Ročník	0,0000**	0,0000**	0,0000**	
Hybrid	0,0337*	0,0546	0,0002**	
Opakovanie	0,2673	0,0070**	0,1878	

Analýzou rozptylu na hladine pravdepodobnosti 95 % sme zistili, že ročník mal štatisticky vysoko preukazný vplyv na všetky sledované parametre okrem úrodotvorného prvku počet šúľkov na rastline. Počet šúľkov na rastline nebol štatisticky preukazne ovplyvnený žiadnym zo sledovaných zdrojov variability, tj. ročníkom, hybridom ani opakovaním.

Štatisticky vysoko preukazný vplyv hybridu sme pozorovali na merateľný znak výška nasadenia šúľka a úroda zrna. Štatisticky preukazný vplyv sme pozorovali pri znakoch výška rastliny a hmotnosť šúľku. Štatisticky nepreukazný vplyv hybridu sme zistili na znakoch počet šúľkov na rastline, dĺžka šúľka a počet zŕn na priereze šúľku (Tab.3). Žák et al. (2011) sledovali tvorbu úrodotvorných prvkov kukurice za obdobie rokov 1999 až 2005 v integrovanom a konvenčnom systéme hospodárenia, s dvomi úrovňami hnojenia. Zistili vysoko preukazné rozdiely medzi rokmi na hmotnosť zrna zo šúľka, HTZ a preukazné až vysoko preukazné rozdiely v úrode zrna.

Pri hodnotení znaku celková výška rastlín kukurice sa prejavil štatisticky preukazný rozdiel medzi hybridom P9606 a hybridmi P9903, DKC4795, Oxygen. Medzi ostatnými hybridmi nebol preukazný rozdiel vo výške rastlín. Priemerná výška kukurice v roku 2018 bola 2,25 metra, v roku 2019 až 2,94 metra. V priemere za dva roky dosiahol najvyšší vzrast hybrid P9606 a to 2,72 metra. Naopak najnižší hybrid Oxygen dosiahol priemernú výšku 2,54 metra. Najvyšší rozdiel (variabilitu) v rámci jedného hybridu medzi priemernou výškou v roku 2018 a 2019 sme pozorovali pri hybride DKC4795, kde rozdiel dosiahol 0,82 metra. Naopak najnižšiu variabilitu medzi výškou v roku 2018 a 2019 sme zaznamenali pri hybride P9606 (Tab.4).

Tab. 4 Celková výška rastlín kukurice

Celková výška rastlín kukurice [m]				rozdiel	HG
	2018	2019	priemer		
P9606	2,49	2,95	2,72	0,46	b
P9903	2,15	2,93	2,54	0,78	a
P0023	2,24	2,94	2,59	0,70	ab

Kollineas	2,23	2,95	2,59	0,72	ab
DKC4795	2,14	2,95	2,54	0,81	a
DKC4717	2,35	2,95	2,65	0,60	ab
Oxxygen	2,15	2,93	2,54	0,78	a

Štatisticky preukazný rozdiel pri výške nasadenia šúlka sa prejavil medzi hybridmi P9606 a DKC4795 v porovnaní s ostatnými hybridmi. Medzi ostatnými hybridmi nebol vplyv hybridu na výšku nasadenia šúlka preukazný. Priemerná výška nasadenia šúlka v roku 2018 bola 0,838 m, v roku 2019 to bolo 0,966 m. V priemere za dva roky mal najvyššie nasadený šúľok hybrid P9606 (0,962 m), najnižšie nasadený hybrid DKC4795 (0,845 m). Najvyššiu hodnotu variability za dva roky sme zaznamenali pri hybride P0023 s rozdielom priemerných ročníkových hodnôt 0,165 metra. Najnižšiu hodnotu rozdielu medzi ročníkom 2018 a 2019 dosiahol hybrid P9606 a to 0,096 metra (Tab.5).

Tab. 5 Výška nasadenia šúlka

Výška nasadenia šúlka [m]					
	2018	2019	priemer	rozdiel	HG
P9606	0,914	1,010	0,962	0,096	b
P9903	0,801	0,942	0,871	0,141	ac
P0023	0,830	0,995	0,912	0,165	ab
Kollineas	0,865	0,969	0,917	0,104	ab
DKC4795	0,768	0,922	0,845	0,154	c
DKC4717	0,841	0,971	0,906	0,130	ab
Oxxygen	0,845	0,952	0,898	0,107	ac

Na sledovaný znak dĺžka šúlka nemal štatisticky preukazný vplyv ani jeden z hybridov. Priemerná dĺžka šúlka v roku 2018 bola 0,167 metra, v roku 2019 0,26 metra. Najvyšší dvojročný priemer dosiahol v tomto znaku hybrid P9606 (0,213 m), naopak najnižší dvojročný priemer dĺžky šúlka sme pozorovali pri hybride Kollineas (0,21 m). Najvyšší rozdiel medzi dvoma ročníkmi sme zaznamenali pri hybride P9606 (0,11 m), najnižší rozdiel v dĺžke šúlku v rokoch 2018 a 2019 dosiahli hybridy DKC4795 a Oxxygen (zhodne po 0,09 m) (Tab.6).

Tab. 6 Dĺžka šúlka

Dĺžka šúlka [m]					
	2018	2019	priemer	rozdiel	HG
P9606	0,16	0,27	0,21	0,11	a
P9903	0,17	0,27	0,22	0,10	a
P0023	0,17	0,27	0,22	0,10	a
Kollineas	0,16	0,25	0,21	0,09	a
DKC4795	0,17	0,26	0,21	0,09	a
DKC4717	0,17	0,26	0,21	0,09	a
Oxxygen	0,17	0,26	0,21	0,09	a

Štatisticky preukazný vplyv hybridu na počet šúľkov na rastline sa neprejavil ani v jednom prípade. Rastliny takmer výlučne nasadzovali iba jeden šúľok, ak sa aj objavil zárodok druhého, išlo o malý, slabo vyvinutý šúľok bez výrazného vplyvu na celkovú úrodu

(Tab.7).

Podľa ZATKALÍKA (2002) veľmi významným, často rozhodujúcim úrodotvorným prvkom je počet rastlín na jednotke plochy, pretože kukurica nedostatočný počet rastlín nemôže kompenzovať autoreguláciou (odnožovaním), ale len zvýšením počtu zŕn na šúlku pri pomerne stabilnej HTZ. Počet šúlkov na rastline je pomerne stabilný prvok úrodnosti, často sa jeho hodnota môže meniť vplyvom nedostatočného zahustenia, resp. prehustenia porastu. Za rozhodujúci úrodotvorný prvok kukurice satej na zrno považujú počet rastlín na jednotku plochy aj (FUKSA et al. 2004), ŽEMBERY et al., 2005).

Tab. 7 Počet šúlkov na rastline

Počet šúlkov na rastline [ks]					
	2018	2019	priemer	rozdiel	HG
P9606	1,05	1,05	1,05	0,00	a
P9903	1,05	1,00	1,03	-0,05	a
P0023	1,05	1,10	1,08	0,05	a
Kollineas	1,00	1,00	1,00	0,00	a
DKC4795	1,00	1,05	1,03	0,05	a
DKC4717	1,00	1,10	1,05	0,10	a
Oxxygen	1,05	1,00	1,03	-0,05	a

Pri štatistickom hodnotení sa preukazný vplyv hybridu na hmotnosť šúlka prejavil medzi hybridmi P9903 a Oxxygen. Pri ostatných hybridoch vplyv nebol preukazný. Priemerná hmotnosť šúlka v roku 2018 dosiahla 172,2 g, v roku 2019 to bolo 243,1 g. Najvyšší dvojročný priemer hmotnosti šúlka dosiahol hybrid P9903 (214,3 g), najnižší priemer dosiahol hybrid Oxxygen (198,5 g). Najvyšší rozdiel medzi ročníkom 2018 a 2019 sa prejavil pri hybride P0023 (84 g), najnižšiu mieru variability počas dvoch rokov sme pozorovali pri hybride P9903 s rozdielom 62,5 g (Tab. 8). V ročníku 2003 ŽEMBERY et al. (2005) na B3 spôsobe obrábania pôdy zistili najvyšší počet jedincov na jednotke plochy, ale nedostatok zrážok v druhej polovici vegetácie negatívne ovplyvnil napĺňanie zrna asimilátmi, čo je reprezentované najnižšími hodnotami hmotnosti zrna na šúlku a HTZ s konečným dopadom na výšku úrody zrna.

Tab. 8 Hmotnosť šúlka

Hmotnosť šúlka [g]					
	2018	2019	priemer	rozdiel	HG
P9606	172,3	245,6	209,0	73,3	ab
P9903	183,0	245,5	214,3	62,5	b
P0023	163,6	247,6	205,6	84,0	ab
Kollineas	173,5	239,7	206,6	66,2	ab
DKC4795	175,7	245,5	210,6	69,8	ab
DKC4717	173,9	245,1	209,5	71,2	ab
Oxxygen	164,0	233,0	198,5	69,0	a

Ani jeden z hybridov nemal štatisticky preukazný vplyv na počet zŕn na priereze šúlka. Priemerný počet zŕn na priereze v roku 2018 bol 13,7, v roku 2019 dosiahol priemer 15,6. Najvyšší dvojročný priemer zaznamenal hybrid P0023 (14,9 zŕn), najnižší dvojročný priemer dosiahol hybrid Oxxygen (14,4 zŕn). Najvyššiu mieru variability počas dvojročného sledovania sme zaznamenali pri hybride Oxxygen (2,10 zŕn), najmenšiu variabilitu pre hybrid

DKC4795 (1,50 zrn) (Tab.9).

Tab. 9 Počet zrn na priereze šúľka

Počet zrn na priereze šúľka					
	2018	2019	priemer	rozdiel	HG
P9606	13,6	15,6	14,6	2,0	a
P9903	13,9	15,9	14,9	2,0	a
P0023	14,0	15,9	14,9	1,9	a
Kollineas	13,7	15,5	14,6	1,8	a
DKC4795	13,8	15,3	14,5	1,5	a
DKC4717	13,9	15,6	14,7	1,7	a
Oxygen	13,3	15,4	14,4	2,1	a

Pri hodnotení úrody zrna mal štatisticky preukazný rozdiel vo výške úrody hybrid P9606 k hybridom Kollineas, DKC4795, DKC4717, Oxygen. Hybrid P9903 mal preukazný vplyv na úrodu zrna k hybridom Kollineas, DKC4795, Oxygen, ale nemal preukazný vplyv na úrodu k hybridom P9606, P0023, DKC4717.

Hybrid P0023 mal štatisticky preukazný vplyv na úrodu zrna k hybridom Kollineas, DKC 4795, DKC4717, Oxygen. Hybrid Kollineas mal preukazný vplyv na úrodu k hybridom P9606, P9903 a P0023. Hybrid DKC4795 mal preukazný vplyv na úrodu k hybridom P9606, P9903, P0023 a DKC4717. Hybrid DKC4717 mal preukazný rozdiel v úrode k hybridom P9606, P0023 a DKC4795. Hybrid Oxygen mal štatisticky preukazný vplyv na úrodu k hybridom P9606, P9903 a P0023(Tab.10).

Tab. 10 Úroda zrna z hektára - priemer

Úroda zrna [t.ha ⁻¹]					
	2018	2019	priemer	rozdiel	HG
P9606	8,63	12,20	10,41	3,56	c
P9903	7,92	12,20	10,06	4,28	cd
P0023	8,75	12,07	10,41	3,33	c
Kollineas	6,82	11,82	9,32	5,00	ab
DKC4795	6,87	11,34	9,11	4,47	a
DKC4717	7,21	12,15	9,68	4,94	bd
Oxygen	6,49	11,95	9,22	5,45	ab

Priemerná úroda v roku 2018 dosiahla 7,53 t.ha⁻¹, v roku 2019 11,96 t.ha⁻¹. Najvyšší dvojročný priemer sme zaznamenali pri hybride P9606 (10,41 t.ha⁻¹), najnižší pri hybride DKC4795 (9,11 t.ha⁻¹). Úrodovo najstabilnejší sa počas dvoch rokov ukázal hybrid P0023, ktorého medziročný rozdiel bol 3,33 t.ha⁻¹. Najvyššiu variabilitu v úrode počas dvoch pestovateľských ročníkov sme zaznamenali pri hybride Oxygen s medziročným rozdielom 5,45 t.ha⁻¹.

Pri hodnotení priemernej dvojročnej úrody v zostupnom rade sa umiestnili P9606 (10,41 t.ha⁻¹), P0023 (10,41 t.ha⁻¹), P9903 (10,06 t.ha⁻¹), DKC4717 (9,68 t.ha⁻¹), Kollineas (9,32 t.ha⁻¹), Oxygen (9,22 t.ha⁻¹), DKC4795 (9,11 t.ha⁻¹).

Záver

Polné pokusy boli realizované v rokoch 2018 a 2019 na poľnohospodárskom podniku Zalužice- Lažňany. Na základe dvojročných výsledkov pestovania kukurice môžeme urobiť

nasledovné závery:

Agroklimatické podmienky počas sledovaných rokov neboli ideálne pre kukuricu siatu na zrnó. Rok 2018 bol na pokusnej lokalite mimoriadne suchý a teplý, so silným deficitom zrážok. Tento fakt sa podpísal aj na úrodách kukurice pri všetkých hybridoch. Predplodinou v tomto roku bola pšenica letná forma ozimná. Rok 2019 bol z hľadiska zrážok priaznivejší, hybridy aj napriek nevhodnému osevnému sledu kukurica po kukurici dosiahli omnoho lepšie výsledky.

Príprava pôdy pred sejbou kukurice bola zhodná v oboch rokoch, pozostávala s podmietky tanierovými bránami, hĺbkovým podrývaním a jarnou predsejbovou prípravou pôdy.

Pred podmietkou bola plošne aplikovaná dávka 100 kg NPK, následne pri sejbe sa aplikovalo pod päť 150 kg NPK. V oboch pestovateľských ročníkoch sa ku kukurici aplikovalo zhodne 155 kg N č. ž.

Herbicídna ochrana pozostávala z preemergentnej aplikácie prípravku Adengo v dávke 0,4 l.ha⁻¹. Pri plečkovaní sa aplikovalo 150 l.ha⁻¹ hnojiva DAM 390. Insekticídne ani fungicídne zásahy sa nerealizovali.

Zistili sme, že ročník mal štatisticky preukazný vplyv na všetky sledované morfológické znaky a vybrané úrodotvorné prvky okrem úrodotvorného prvku počet šúľkov na rastlinu. Hybrid ako zdroj variability mal štatisticky preukazný až vysoko preukazný vplyv na výšku nasadenia šúľkov, úrodu zrna, výšku rastliny a hmotnosť šúľka.

Najvyššiu priemernú hektárovú úrodu za dva roky dosiahol hybrid P9606 a P0023 s priemernou úrodou 10,41 t.ha⁻¹. Tieto dva hybridy sa javia v daných agroekológických podmienkach najstabilnejšie s najnižšou variabilitou v hektárovej úrode počas dvoch rokov a medziročným rozdielom 3,56, resp. 3,33 t.ha⁻¹. Za najmenej ekostabilný sa javí hybrid Oxyxgen s ročníkovou variabilitou 5,45 t.ha⁻¹.

Žiaden zo sledovaných hybrid nemal štatisticky preukazný vplyv na počet šúľkov na rastlinu. Najvyššiu hmotnosť šúľka dosiahol hybrid P9903 (214,2 g), na počet radov zrn na šúľku nemal vplyv ani jeden z hodnotených hybridov.

Priemerná úroda v roku 2018 bola 7,53 t.ha⁻¹. Najvyššiu úrodu v roku 2018 dosiahol hybrid P0023 (8,75 t.ha⁻¹).

Priemerná úroda v roku 2019 dosiahla 11,96 t.ha⁻¹. Najvyššiu úrodu v tomto roku dosiahol hybrid P9903 (12,20 t.ha⁻¹).

Literatúra

1. FUKSA, P. – HAKL, J. – KOCOURKOVÁ, D. – VESELÁ, M. 2004: Influence of weedinfestation on morphological parameters of maize (Zeamays L.). *Plant, Soil and Environment*, Vol. 50(8), 371-378.
2. HANÁČKOVÁ, E.- ŽEMBERY, J. 2015: Vplyv vybraných faktorov na úrodu kukurice. In: *Agrochémia*, vol .XIX.(55), č.1, 2015, s. 6-13, ISSN 1335-2415, EV 3392/09
3. PRIADKA, J. 2001: Pôsobenie pestovateľských technológií a výživy na úrodu hybridov kukurice na zrnó. In: *Vedecké práce VÚRV Piešťany*, roč. 30, 2001, s.39-44, ISBN 8088790-20-4
4. ZATKALÍK, D. 2002: Vplyv hustoty porastu na úrodu zrna kukurice. In: *Naše pole*, 1/2002, roč. 6, s. 29, ISSN 1335-2466.
5. ŽÁK, Š. – BELUSKÝ, J.- BUŠO, R. ai. 2011: *Pestovanie poľných plodín s orbou či bez orby*. Nitra: Agrokomplex - Výstavníctvo, š.p., 2011, s.65-70, ISBN978-80-89417-32-2 .
6. ŽEMBERY, J. – LÍŠKA, E. – BUŠO, R. –POSPIŠIL, R. 2005: Teplotné a vlhové podmienky pre tvorbu úrody kukurice satej na zrnó. In: *Agriculture*, roč. 51, 2005, č. 12, s. 81- 84. ISSN 0551-3677.

7. ŽEMBERY J. – LÍŠKA E. – BUŠO R. – KREBS M. 2008: Vplyv hnojenia a poveternostných podmienok na úrodotvorné prvky a úrodu kukurice siatej na zrno. Influence of fertilization and climatic conditions on yield forming elements and maize grain yield. In: *Agrochémia* 3/2008, vol. XII.(48), 2008, s. 7-13, ISSN 1335-2415.
8. ŽEMBERY, J. – BUŠO, R. 2010: Vplyv hnojenia a poveternostných podmienok na produkciu zrna kukurice siatej. Influence of fertilization and climatic conditions on production grain maize. In *Acta fytotechnica et zootechnica* roč.13, č.4, 2010, s. 110-113, ISSN 1335- 258X.
9. ŽEMBERY, J. – HANÁČKOVÁ, E. 2015: Formovanie úrodotvorných prvkov a úrod kukurice v závislosti od obrábania pôdy, hnojenia a ročníka. In: *Pestovateľské technológie a ich význam pre prax*. Zborník z konferencie, 1.12.2015, s. 39-44, ISBN 978-80-89417-66-7.

Pod'akovanie

Príspevok vznikol za podpory grantového projektu VEGA 1/0530/18 „Výskum produkcie a kvality významných druhov poľných plodín v klimaticky meniacich sa podmienkach“.

Kontaktná adresa

Ing. Jozef Žembery, PhD. Katedra rastlinnej výroby a trávnych ekosystémov, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail: Jozef.Zembery@uniag.sk, Ing. Ján Hospodár. Zálužice 292, e-mail: Jan.Hospodar@gmail.com

**VÝVOJ A REDUKCIA ÚRODOTVORNÝCH PRVKOV KUKURICE
SIATEJ NA ZRNO V ZÁVISLOSTI OD OBRÁBANIA PÔDY,
HNOJENIA A ROČNÍKA**
**DEVELOPMENT AND REDUCTION OF YIELD FORMING ELEMENTS
MAIZE DEPENDED ON SOIL CULTIVATION, FERTILIZATION AND
YEAR**

Jozef ŽEMBERY

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Katedra rastlinnej výroby a trávnych
ekosystémov

Abstract

The aim of the research was to gain knowledge about the impact of different methods of soil cultivation and fertilization variants on the monitored fertile elements of grain maize, hybrid NK SURAS (FAO 440). Field trials were carried out in 2016 - 2017 on the experimental basis of SAU Dolná Malanta. Soil cultivation methods were: O1 - conventional, O2 - reduced, O3 - minimization. Fertilization variants: H1 - without fertilization, H2 - balance fertilization, H3 - balance fertilization with incorporation of harvest remains previous crop.

Soil cultivation statistically highly influenced the number of plants per hectare, the number of grains per grain and the weight of grain on roll. Fertilization has a statistically high impact on all Yield forming elements and corn grain production except for the number of plants per hectare. The year did not have a statistically significant effect on the number of grains per string; other elements of fertility, including grain yield, were statistically highly influential. There was a statistically significant difference in the number of individuals between the O2 and O3 tillage and between 2016 and 2017. The statistically significant difference in the number of grains per string was between the tillage of O2 (shallow plowing) and O3 (plating). Significant differences in grain number per grain were between the non-fertilized control and both fertilized variants. Statistically significant differences in the weight of the grain from the grains were between conventional and shallow plowing (O1 and O2), as well as between shallow plowing (O2) and plating (O3). Application of fertilizer (H2) as well significantly contributed to the weight of the grain from the grain. We recorded statistically higher weight of grain from the grain in 2016.

The statistically significant effect of fertilization on WTG was between the control variant and both fertilized variants. A significant difference in WTG was between 2016 and 2017 in favor of 2016. The depth of basic tillage on average did not have a statistically significant effect on the corn grain yield on average over the years. Statistically significant differences in corn grain yields were found between the non-fertilized variant and the application of industrial fertilizers, as well as between the non-fertilized variant and the plowing of harvesting remains previous crop. Course of weather conditions of the year, resp. during corn vegetation significantly influenced the grain crop.

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

Súhrn

Cieľom výskumu bolo získať poznatky o vplyve rôznych spôsobov obrábania pôdy a variantov hnojenia, na sledované úrodotvorné prvky kukurice siatej na zrno, hybrid SURAS (FAO 440). Poľné pokusy boli realizované v rokoch 2016 – 2017 na experimentálnej báze SPU Dolná Malanta. Spôsoby obrábania pôdy boli: O1 – konvenčné, O2 – redukované, O3 –

minimalizačné. Varianty hnojenia: H1 – bez hnojenia, H2 – bilančné hnojenie, H3 – bilančné hnojenie so zapracovaním pozberových zvyškov predplodiny.

Obrábanie pôdy ovplyvnilo štatisticky vysoko preukazne počet rastlín na hektár, počet zŕn na šúlku a hmotnosť zrna zo šúlka. Hnojenie štatisticky vysoko preukazne vplývalo na všetky úrodnostné prvky a úrodu zrna kukurice okrem počtu rastlín na hektár. Ročník nemal štatisticky preukazný vplyv na počet zŕn na šúlku, ostatné prvky úrodnosti vrátane úrody zrna ovplyvnil štatisticky vysoko preukazne. Štatisticky významný rozdiel v počte jedincov bol medzi O2 a O3 spôsobom obrábania pôdy a medzi ročníkom 2016 a 2017. Štatisticky významný rozdiel v počte zŕn na šúlku bol medzi spôsobom obrábania O2 (plytká orba) a O3 (tanierovanie). Významné rozdiely v počte zŕn na šúlku boli medzi nehnojenou kontrolou a obidvomi hnojenými variantmi. Štatisticky významné rozdiely v hmotnosti zrna zo šúlka boli medzi konvenčnou a plytkou orbou (O1 a O2), ako aj medzi plytkou orbou (O2) a tanierovaním (O3). Aplikácia priemyselných hnojív (H2), ako aj zaorávka pozberových zvyškov (H3) sa štatisticky významne podieľali na hmotnosti zrna zo šúlka. Štatisticky vyššiu hmotnosť zrna zo šúlka sme zaznamenali v roku 2016.

Štatisticky významný vplyv hnojenia na HTZ bol medzi kontrolným variantom a obidvomi hnojenými variantmi. Významný rozdiel v HTZ bol medzi ročníkom 2016 a 2017 v prospech ročníka 2016. Hĺbka základného obrábania pôdy v priemere rokov nemala štatistický významný vplyv na úrodu zrna kukurice. Štatisticky významné rozdiely v úrode zrna kukurice sme zistili medzi nehnojeným variantom a aplikáciou priemyselných hnojív ako aj medzi nehnojeným variantom a zaorávkou pozberových zvyškov predplodiny. Priebeh poveternostných podmienok ročníka, resp. počas vegetácie kukurice významne ovplyvnil úrodu zrna.

Kľúčové slová: kukurica, úrodnostné prvky, obrábanie pôdy, hnojenie, roky

Úvod

Teplota vzduchu limituje životné podmienky organizmov. Extrémy v teplotách vzduchu ovplyvňujú dynamiku fyziologických procesov rastlín (Šiška a Čimo 2006). 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). Racionálna aplikácia priemyselných hnojív na základe agrochemických rozborov pôdy a rastlín umožňuje lepšie využívať genetický potenciál rastlín a súčasne dopestovať kvalitnú, zdravotne neškodnú produkciu (Ložek, 2000). Kľúčovým faktorom výživy kukurice sietej na zrno je dusík, ktorý môžu rastliny prijať z hnojív a z pôdnej zásoby. Spolu s ekologickými faktormi výrazne pôsobia na dynamiku dusíka v pôde. Priaznivé poveternostné, teplotné a vlhkostné podmienky urýchľujú mineralizáciu pôdneho dusíka a rastliny majú k dispozícii dostatočné množstvo anorganického dusíka (Nan), mnohokrát vyššie ako po hnojení dusíkatými hnojivami (Ondříšek, 2013).

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

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

Žák ai. (2011) sledovali tvorbu úrodnostných prvkov kukurice za obdobie rokov 1999 až 2005 v integrovanom a konvenčnom systéme hospodárenia, s dvomi úrovňami hnojenia. Zistili vysoko preukazné rozdiely medzi rokmi na hmotnosť zrna zo šúlka, HTZ a preukazné až vysoko preukazné rozdiely v úrode zrna. Medzi úrovňami hnojenia nebol štatisticky významný rozdiel v HTZ ani hmotnosti zrna zo šúlka. V úrode zrna zistili preukazný rozdiel, keď vyššia dávka N sa prejavila vyššou úrodou zrna. Hanáčková a Žembery (2015) zistili, že

úroda zrna kukurice siatej na zrno bola štatisticky významne ovplyvnená ročníkom, spôsobom obrábania a hnojením. V roku 2012 sa dosiahla pri aplikácii nižších dávok dusíka vyššia priemerná úroda zrna ako v roku 2013 o 0,83 t.ha⁻¹. Prihnojenie dusíkom v roku 2013 v období intenzívneho rastu bolo neefektívne, nakoľko úhrn zrážok v tomto období dosiahol len 4,2 % dlhodobého normálu.

Z výsledkov Žemberyho et al., (2003, 2008) vyplýva, že hnojenie na variante s aplikáciou priemyselných hnojív vplývalo vysoko preukazne na počet rastlín (ks.ha⁻¹), hmotnosť zrna zo šúlka a v interakcii s ročníkom na HTZ a úrodu zrna. Pestovateľský ročník štatisticky vysoko preukazne ovplyvnil všetky sledované úrodotvorné prvky a úrodu zrna kukurice. Viacfaktorovou analýzou bol potvrdený preukazný vplyv medzi ročníkom 2001 a 2002.

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 výskumu bolo získať poznatky o vplyve rôznych spôsobov obrábania pôdy a rôznych variantov hnojenia, na sledované úrodotvorné prvky kukurice siatej na zrno.

Materiál a metódy

Polný polyfaktorový pokus bol založený v rokoch 2016-2017 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).

V pokuse bol použitý neskorý, vysoko úrodný hybrid SURAS (FAO 440), určený predovšetkým na pestovanie na zrno, convarieta *dentiformis*. Rastliny sú vyššie, bohato olistené, s dobrým stay greenom. Odporúčaný výsevok pri pestovaní na zrno je 65-75 000 zrn.ha⁻¹.

Pokus bol založený metódou dlhých pásov s kolmo delenými blokmi. V rámci spôsobov obrábania pôdy boli sledované O1- konvenčný (stredne hlboká orba do hĺbky 0,18-0,24 m), O2 – redukovaný (plytká orba 0,12-0,15 m) a O3 – minimalizačný (tanierovanie 0,10 - 0,12 m). Z variantov hnojenia boli použité hladiny živín: H1 – bez hnojenia (kontrolný variant), H2 – priemyselné hnojivá, H3 – pozberové zvyšky predplodiny a hnojenie priemyselnými hnojivami. Predplodinou kukurice siatej na zrno bol hrach siaty + medziplodina horčica biela. Výsledky sú vyhodnotené s použitím štatistického programového balíka Statgraphics analýzou rozptylu, LSD-testom na 0,5 % hladine významnosti.

Výsledky a diskusia

V pestovateľskom ročníku 2016 bola sejba kukurice realizovaná 21. apríla. Mesiac apríl je z teplotného hľadiska charakterizovaný ako normálny s teplotnou odchýlkou – 1,1 °C v porovnaní s dlhodobým normálom (ďalej dl.n.). Vlhkostne bol apríl suchý s úhrnom zrážok 24,8 mm, tj. 63,6 % dl.n. Za teplotne normálne sú považované v roku 2016 aj mesiace jún, júl a september. Vlhkostné pomery počas vegetácie kukurice boli veľmi rozdielne. Mesiac máj bol veľmi vlhký s úhrnom zrážok 89 mm, čo je 153,4 % dl.n. Kukurica v tomto období je v štádiu intenzívneho rastu, tvorí sa 3. až 8. list. Mesiac jún bol veľmi suchý 39,4 % dl.n. a júl mimoriadne vlhký s úhrnom zrážok 127 mm, čo je 244,% dl.n. Dostatok vody v tomto období ovplyvňuje priebeh kvitnutia a dáva základy ozrneniu šúlka. Mesiac august bol zrážkovo normálny s 82 % dl.n. a teplotne veľmi studený s priemernou teplotou 16,8 °C, čo je o 2,5 °C

nižšia teplota ako je dl.n.. V kalendárnom roku 2016 dosiahol úhrn zrážok 662 mm, čo je 122,6 % dl.n. Za vegetačné obdobie mesiacov apríl až september to bolo 359,8 mm, čo je 113,9 % dl.n. Priaznivé poveternostné, teplotné a vlhkostné podmienky urýchľujú mineralizáciu pôdneho dusíka a rastliny majú k dispozícii dostatočné množstvo anorganického dusíka (Nan), mnohokrát vyššie ako po hnojení dusíkatými hnojivami (Ondrišík, 2013).

Tab.1 Teplotné pomery Nitry v rokoch 2016 a 2017 v porovnaní s dlhodobým normálom

Rok	Mesiac	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	x
1961-90	T (°C) nor.	-1,7	0,7	5,0	10,4	15,1	18,0	19,8	19,3	15,6	10,4	4,5	0,1	9,8
2016	T (°C)	-2,1	3,8	4,3	9,3	13,6	17,8	18,8	16,8	15,1	6,5	2,0	-2,7	8,6
	ΔT (°C)	-0,4	3,1	-0,7	-1,1	-1,5	-0,2	-1,0	-2,5	-0,5	-3,9	-2,5	-2,8	-1,2
2017	T (°C)	-9,1	0,1	6,2	7,0	13,4	18,3	18,3	19,9	12,0	8,1	2,2	-1,1	7,9
	ΔT (°C)	-7,4	-0,6	1,2	-3,4	-1,7	0,3	-1,5	0,6	-3,6	-2,3	-2,3	-1,2	-1,8

Tab.2 Vlhkostné pomery Nitry v rokoch 2016 a 2017 v porovnaní s dlhodobým normálom

Rok	Mesiac	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	x
1961-90	S (mm) nor.	31,0	32,0	30,0	39,0	58,0	66,0	52,0	61,0	40,0	36,0	55,0	40,0	540,0
2016	S(mm)	29,6	99	32,4	24,8	89	26	127	50	43	86	41	14,2	662
	% nor.	95,5	309	108	63,6	153	39,4	244	82	108	239	74,5	35,5	122,6
2017	S(mm)	12,8	26,4	20,6	27,2	21,8	32,6	74	24	89,4	48,2	36,2	75,8	489
	% nor.	41,3	82,5	68,7	69,7	37,6	49,4	142	39,3	224	134	65,8	190	90,6

V pestovateľskom ročníku 2017 mal vývoj počasia počas celého roka, ako aj cez vegetačné obdobie kukurice diametrálne odlišný priebeh. Za celý rok dosiahol úhrn zrážok 489 mm, čo je 90,6 % dl.n. a priemerná teplota ročníka bola o 1,9 °C nižšia ako je dl.n. 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). Za mesiace apríl až september bol úhrn zrážok 269 mm, čo je 85,1 % dl.n. Mesiac apríl, v ktorom bola realizovaná sejba, je charakterizovaný ako mimoriadne studený s odchýlkou – 3,4 °C na dl.n. a suchý s úhrnom zrážok 27,2 mm (69,7 dl.n.) Veľmi suché boli aj mesiace máj, jún a august s hodnotami 37,6; 49,4 a 39,3 % dl.n. Porasty kukurice prežili vďaka júlovým zrážkam, kedy napršalo 74 mm (142,3 % dl.n.) s pomerne rovnomerným rozdelením počas jednotlivých dekad mesiaca. Mimoriadne vlhký bol mesiac september s úhrnom 89,4 mm, čo už nemohlo pozitívne ovplyvniť výšku úrody, lebo kukurica už dozrievala. Toto množstvo zrážok negatívne vplývalo na kvalitu zrna, nakoľko sa začali množiť hubové choroby hlavne fuzariozy (Tab.1,2). Teplota vzduchu limituje životné podmienky organizmov. Extrémy v teplotách vzduchu ovplyvňujú dynamiku fyziologických procesov rastlín (Šiška a Čimo 2006).

Tab. 3 Analýza rozptylu na vybrané úrodnostné prvky kukurice satej na zrno v priemere rokov 2016- 2017

Faktor pokusu	Obrábanie pôdy (A)	Hnojenie (B)	Ročník (C)	Opakovanie (D)	Interakcia
Úrodnostný prvok					
Počet rastlín (ks.ha ⁻¹)	++	-	++	+	AxD +
Počet zrn na šúlku (ks)	++	++	-	-	-
Hmotnosť zrna zo šúlka (g)	++	++	++	-	AxB +
HTZ (g)	-	++	++	-	-
Úroda zrna (t.ha ⁻¹)	-	++	++	-	-

Analýza rozptylu potvrdila štatisticky vysoko preukazný vplyv obrábania pôdy ako faktora pokusu na počet rastlín na hektár, počet zrn na šúlku a hmotnosť zrna zo šúlka. Hnojenie štatisticky vysoko preukazne vplývalo na všetky úrodnostné prvky a úrodu zrna okrem počtu rastlín na hektár. Hanáčková a Žembery (2015) zistili, že úroda zrna kukurice satej na zrno bola štatisticky významne ovplyvnená ročníkom, spôsobom obrábania a hnojením. Ročník nemal štatistický preukazný vplyv na počet zrn na šúlku, ostatné prvky úrodnosti vrátane úrody zrna ovplyvnil štatisticky vysoko preukazne (Tab.3).

Tab. 4 Viacfaktorová analýza rozptylu vplyvu obrábania pôdy na počet rastlín na hektár v priemere rokov 2016-2017

Obrábanie pôdy	Počet rastlín (ks.ha⁻¹)	Obrábanie pôdy	Rozdiel (ks.ha⁻¹)	Hd 0,05
O1	67111	O1-O2	3666	
O2	63444	O1-O3	-3222	
O3	70333	O2-O3	-6888	3789,1*

Pre hodnotený hybrid (Suraz) je odporúčaný počet jedincov v rozpätí 65 až 75 tisíc. V priemere dvoch rokov sa počty rastlín pohybovali od 63 444 (O2 spôsob obrábania pôdy) do 70333 (O3 spôsob obrábania pôdy), čo je v súlade s odporúčaním. Štatisticky významný rozdiel v počte jedincov 6888 bol medzi O2 a O3 spôsobom obrábania pôdy (Tab.4).

Tab. 5 Viacfaktorová analýza rozptylu vplyvu hnojenia na počet rastlín na hektár v priemere rokov 2016-2017

Hnojenie	Počet rastlín (ks.ha⁻¹)	Hnojenie	Rozdiel (ks.ha⁻¹)	Hd 0,05
H1	67111	H1-H2	500	
H2	66611	H1-H3	-55	3789,05
H3	67166	H2-H3	-555	

Hnojenie kukurice nemalo štatisticky významný vplyv na počty jedincov ha hektár. Najmenší rozdiel 55 ks.ha⁻¹ bol medzi H1 a H3 variantom hnojenia. Zrovnateľné rozdiely v počte jedincov bol medzi H1 a H2 (500 ks.ha⁻¹) a H2 a H3 variantom hnojenia (-555 ks.ha⁻¹)

(Tab 5).

Tab.6 Viacfaktorová analýza rozptylu vplyvu ročníka na počet rastlín na hektár

Ročník	Počet rastlín (ks.ha ⁻¹)	Ročník	Rozdiel (ks.ha ⁻¹)	Hd 0,05
2016	78481	2016-17	23037	2561.4 *
2017	55444			

Štatisticky významný rozdiel v počte rastlín na hektár (23 037 ks.ha⁻¹) bol medzi ročníkom 2016 a 2017 (Tab.6). Podľa Priadku (2001) sa ročník štatisticky vysoko preukazne prejavil na počte rastlín na jednotku plochy.

Tab.7 Viacfaktorová analýza rozptylu vplyvu obrábania pôdy na počet zŕn na šúl'ok

Obrábanie pôdy	Počet zŕn (ks.šúl'ok ¹)	Obrábanie pôdy	Rozdiel (ks.šúl'ok ¹)	Hd 0,05
O1	475,60	O1-O2	-43,83	
O2	519,43	O1-O3	25,29	
O3	450,31	O2-O3	69,12	45.88 *

V priemere dvoch rokov štatisticky významný rozdiel v počte zŕn na šúl'ku 69,12 bol medzi spôsobom obrábania O2 (plytká orba) a O3 (tanierovanie) (Tab 7). Medzi spôsobmi obrábania O1 a O2, ale ani O1 a O3 nebol štatisticky preukazný rozdiel (-43,83 ks.šúl'ok⁻¹, resp. 25,29 ks.šúl'ok⁻¹).

Tab.8 Viacfaktorová analýza rozptylu vplyvu hnojenia na počet zŕn na šúl'ok

Hnojenie	Počet zŕn (ks.šúl'ok ¹)	Hnojenie	Rozdiel (ks.šúl'ok ¹)	Hd 0,05
H1	442.82	H1-H2	-69,01	45.88 *
H2	511.83	H1-H3	-47,87	45.88 *
H3	490.69	H2-H3	21,14	

Významné rozdiely v počte zŕn na šúl'ku boli medzi nehnojenou kontrolou a obidvomi hnojenými variantmi (69,01, resp. 47,87 ks). Medzi variantom s aplikáciou priemyselných hnojív (H2) a zaorávkou pozberových zvyškov predplodiny nebol štatisticky nepreukazný rozdiel (Tab.8).

Tab.9 Viacfaktorová analýza rozptylu vplyvu ročníka na počet zŕn na šúl'ok

Ročník	Počet zŕn (ks.šúl'ok ¹)	Ročník	Rozdiel (ks.šúl'ok ¹)	Hd 0,05
2016	475.75	2016-17	-12,01	31.02
2017	487.81			

Medzi ročníkmi 2016 a 2017 nebol štatistický významný rozdiel v počte zŕn na šúl'ku. (Tab.9).

Tab.10 Viacfaktorová analýza rozptylu vplyvu obrábania pôdy na hmotnosť zrna zo šúlka

Obrábanie pôdy	Hmotnosť zrna (g.šúl'ok ⁻¹)	Obrábanie pôdy	Rozdiel (g.šúl'ok ⁻¹)	Hd 0,05
O1	137,27	O1-O2	-16,77	16,61 *
O2	154,04	O1-O3	6,79	
O3	130,48	O2-O3	23,56	16,61 *

Štatisticky významné rozdiely v hmotnosti zrna zo šúlka (16,77 g.šúl'ok) boli medzi konvenčnou a plytkou orbou (O1 a O2), ako aj medzi plytkou orbou (O2) a tanierovaním (O3) pri ktorom bol rozdiel 23,56 g. šúl'ok⁻¹. Medzi konvenčnou orbou a tanierovaním bol minimálny rozdiel 6,79 g (Tab. 10).

Tab.11 Viacfaktorová analýza rozptylu vplyvu hnojenia na hmotnosť zrna zo šúlka

Hnojenie	Hmotnosť zrna (g.šúl'ok ⁻¹)	Hnojenie	Rozdiel (g.šúl'ok ⁻¹)	Hd 0,05
H1	120,24	H1-H2	-36,82	16,61 *
H2	157,06	H1-H3	-24,25	16,61 *
H3	144,49	H2-H3	12,57	

Aplikácia priemyselných hnojív (H2), ako aj zaorávka pozberových zvyškov (H3) sa štatisticky významne podieľali na hmotnosti zrna zo šúlka. Medzi hnojenými variantmi H2 a H3 nebol štatistický významný vplyv na hmotnosť zrna zo šúlka (Ta. 11).

Tab.12 Viacfaktorová analýza rozptylu vplyvu ročníka na hmotnosť zrna zo šúlka

Ročník	Hmotnosť zrna (g.šúl'ok ⁻¹)	Ročník	Rozdiel (g.šúl'ok ⁻¹)	Hd 0,05
2016	150,11	2016-17	19,01	11,22 *
2017	131,09			

Štatisticky vyššiu hmotnosť zrna zo šúlka o 19,01 g na šúl'ok sme zaznamenali v roku 2016 (Tab. 12). Výsledky sú v súlade s Babulicová a.i. (2004) u ktorých hmotnosť zrna zo šúlka štatisticky vysoko preukazne ovplyvnil ročník. Žák ai. (2011) sledovali tvorbu úrodotočných prvkov kukurice za obdobie rokov 1999 až 2005 v integrovanom a konvenčnom systéme hospodárenia, s dvomi úrovňami hnojenia. Zistili vysoko preukazné rozdiely medzi rokmi na hmotnosť zrna zo šúlka.

Tab.13 Viacfaktorová analýza rozptylu vplyvu obrábania pôdy na HTZ

Obrábanie pôdy	HTZ g	Obrábanie pôdy	Rozdiel g	Hd 0,05
O1	288,51	O1-O2	-5,31	17,39
O2	293,82	O1-O3	-1,95	
O3	290,46	O2-O3	3,36	

Spôsob obrábania pôdy v priemere dvoch rokov nemal štatisticky významný vplyv na HTZ. Rozdiely boli od 1,95 g medzi O1 a O3 do 5,31 g medzi O1 a O2 (Tab.13).

Tab.14 Viacfaktorová analýza rozptylu vplyvu hnojenia na HTZ

Hnojenie	HTZ g	Hnojenie	Rozdiel g	Hd 0,05
H1	272,29	H1-H2	-32,91	17,39 *
H2	305,20	H1-H3	-23,00	17,39 *
H3	295,30	H2-H3	9,90	

Štatisticky významný vplyv hnojenia na HTZ bol medzi kontrolným variantom a obidvomi hnojenými variantmi. Z výsledkov Žemberyho et al., (2003, 2008) vyplýva, že hnojenie na variante s aplikáciou priemyselných hnojív vplývalo vysoko preukazne na počet rastlín (ks.ha^{-1}), hmotnosť zrna zo šúľka a v interakcii s ročníkom na HTZ a úrodu zrna. Medzi hnojenými variantmi nebol štatisticky významný vplyv (Tab14). HTZ štatisticky vysoko preukazne ovplyvnil ročník a hnojenie Babulicová a.i (2004).

Tab.15 Viacfaktorová analýza rozptylu vplyvu ročníka na HTZ

Ročník	HTZ g	Ročník	Rozdiel g	Hd 0,05
2016	313,67	2016-17	45,49	11,76 *
2017	268,18			

Významný rozdiel v HTZ 45,49 g bol medzi ročníkom 2016 a 2017 v prospech ročníka 2016 (Tab. 15).

Tab.16 Viacfaktorová analýza rozptylu vplyvu obrábania pôdy na úrodu zrna

Obrábanie pôdy	Úroda zrna t.ha^{-1}	Obrábanie pôdy	Rozdiel t.ha^{-1}	Hd 0,05
O1	9,19	O1-O2	-0,90	
O2	9,24	O1-O3	-0,05	1,15*
O3	10,09	O2-O3	0,85	

Hĺbka základného obrábania pôdy v priemere rokov nemala štatistický významný vplyv na úrodu zrna kukurice. Rozdiely boli od 0,05 t.ha^{-1} medzi O1 a O3, do 0,90 t.ha^{-1} medzi O1 a O2 spôsobom základného obrábania pôdy (Tab. 16).

Tab.17 Viacfaktorová analýza rozptylu vplyvu hnojenia na úrodu zrna

Hnojenie	Úroda zrna t.ha^{-1}	Hnojenie	Rozdiel t.ha^{-1}	Hd 0,05
	t.ha^{-1}		t.ha^{-1}	
H1	8,11	H1-H2	-2,40	1,15*
H2	9,91	H1-H3	-1,79	1,15*
H3	10,51	H2-H3	0,61	

Štatisticky významné rozdiely v úrode zrna kukurice sme zistili medzi nehnojeným variantom a aplikáciou priemyselných hnojív (2,40 t.ha^{-1}), ako aj medzi nehnojeným variantom a zaorávkou pozberových zvyškov predplodiny 1,79 t.ha^{-1} (Tab. 17).

Tab.18 Viacfaktorová analýza rozptylu vplyvu ročníka na úrodu zrna

Ročník	Úroda zrna t.ha ⁻¹	Ročník	Rozdiel t.ha ⁻¹	Hd 0,05
2016	11,73	2016-17	4,44	0,78*
2017	7,29			

Priebeh poveternostných podmienok ročníka, resp. počas vegetácie kukurice významne ovplyvňuje v konečnom dôsledku úrodu zrna. Rozdiel v úrode zrna medzi ročníkmi 2016 a 2017 bol až 4,44 t.ha⁻¹ v prospech ročníka 2016 (Tab. 18). Žák ai. (2011) sledovali tvorbu úrodotvorných prvkov kukurice a zistili vysoko preukazné rozdiely v úrode zrna. Žembery a Bušo, (2010) v hodnotenom období rokov 2003-2006 sledovali vplyv hnojenia a poveternostných podmienok na úrodu zrna kukurice satej. Najvyššie úrody zrna dosiahli pri vyrovnanej bilancii medzi úhrnom zrážok a teplotami počas vegetačného obdobia. Z výsledkov Candrákovej et al., (2015) vyplýva, že pestovateľský ročník štatisticky vysoko preukazne ovplyvnil všetky sledované úrodotvorné prvky a úrodu zrna kukurice.

Záver

V polyfaktorovom poľnom pokuse s kukuricou siatou na zrno s hybridom SURAS (FAO 440) sme v rokoch 2016 a 2017 na EXBA Dolná Malanta, súradnice 48°19's.zš. a 18°09'v.z.d. sledovali vplyv obrábania pôdy, hnojenia a ročníka na vývoj a redukcia úrodotvorných prvkov kukurice satej na zrno.

Obrábanie pôdy ovplyvnilo štatisticky vysoko preukazne počet rastlín na hektár, počet zrn na šúľku a hmotnosť zrna zo šúľka. Hnojenie štatisticky vysoko preukazne vplývalo na všetky úrodotvorné prvky a úrodu zrna kukurice okrem počtu rastlín na hektár. Ročník nemal štatisticky preukazný vplyv na počet zrn na šúľku, ostatné prvky úrodnosti vrátane úrody zrna ovplyvnil štatisticky vysoko preukazne. Štatisticky významný rozdiel v počte jedincov 6888 bol medzi O2 a O3 spôsobom obrábania pôdy a medzi ročníkom 2016 a 2017 to bolo 23037 ks.ha⁻¹. Štatisticky významný rozdiel v počte zrn na šúľku 69,12 bol medzi spôsobom obrábania O2 (plytká orba) a O3 (tanierovanie). Významné rozdiely v počte zrn na šúľku boli medzi nehnojenou kontrolou a obidvomi hnojenými variantmi (69,01, resp. 47,87 ks). Štatisticky významné rozdiely v hmotnosti zrna zo šúľka (16,77 g.šúľok) boli medzi konvenčnou a plytkou orbou (O1 a O2), ako aj medzi plytkou orbou (O2) a tanierovaním (O3) pri ktorom bol rozdiel 23,56 g. šúľok⁻¹. Aplikácia priemyselných hnojív (H2), ako aj zaorávka pozberových zvyškov (H3) sa štatisticky významne podieľali na hmotnosti zrna zo šúľka. Štatisticky vyššiu hmotnosť zrna zo šúľka o 19,01 g na šúľok sme zaznamenali v roku 2016.

Štatisticky významný vplyv hnojenia na HTZ bol medzi kontrolným variantom a obidvomi hnojenými variantmi. Významný rozdiel v HTZ 45,49 g bol medzi ročníkom 2016 a 2017 v prospech ročníka 2016. Hĺbka základného obrábania pôdy v priemere rokov nemala štatistický významný vplyv na úrodu zrna kukurice. Štatisticky významné rozdiely v úrode zrna kukurice sme zistili medzi nehnojeným variantom a aplikáciou priemyselných hnojív (2,40 t.ha⁻¹), ako aj medzi nehnojeným variantom a zaorávkou pozberových zvyškov predplodiny 1,79 t.ha⁻¹. Priebeh poveternostných podmienok ročníka, resp. počas vegetácie kukurice významne ovplyvňuje v konečnom dôsledku úrodu zrna. Rozdiel v úrode zrna medzi ročníkmi 2016 a 2017 bol až 4,44 t.ha⁻¹ v prospech ročníka 2016.

Literatúra

1. 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.
2. BABULICOVÁ, M. - KOVÁČ, K. - KLIMEKOVÁ, M. - ŽÁK, Š. 2004: Vplyv predplodiny a hnojenia na úrodu a vybrané prvky úrodnosti kukurice satej na zrno. In: Agrochémia, roč.44, 2004, č.4, s. 4-8. ISSN1335-2415.
3. HANÁČKOVÁ, E. - ŽEMBERY, J. 2015: Vplyv vybraných faktorov na úrodu kukurice. In: Agrochémia, vol .XIX.(55), č.1,2015, s. 6-13 ISSN 1335-2415, EV 3392/09
4. LOŽEK, O. 2000: Efektívnosť hnojenia poľnohospodárskych plodín priemyselnými hnojivami. In: Agrochémia, roč. 40, 2000, č.3, s. 4-6, ISSN 1335-2415
5. ONDRIŠÍK, P. 2013: Dynamika anorganického dusíka v pôde a možnosti jej regulácie. Nitra : SPU , 97s. ISBN 978-80-552-1032-2.
6. PRIADKA, J. 2001: Pôsobenie pestovateľských technológií a výživy na úrodu hybridov kukurice na zrno. In: Vedecké práce VÚRV Piešťany, roč. 30, 2001, s.39-44, ISBN 8088790-20-4
7. ŠPÁNIK, F. - ŠIŠKA, B. - TOMLAIN, J. - REPA, Š. 2000: Ukazovatele agroklmatickej rajonizácie poľnohospodárskej výroby na Slovensku v podmienkach klimatickej zmeny. Štúdia SBKS SAV XVII. roč.15, Bratislava, Nitra, 2000, 54 s. ISBN 80 – 7137 – 885 – 0.
8. 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.
9. ŽÁK, Š. – BELUSKÝ, J.- BUŠO, R. ai. 2011: Pestovanie poľných plodín s orbou či bez orby. Nitra: Agrokomplex - Výstavníctvo, š.p., 2011, s.65-70, ISBN978-80-89417-32-2
10. ŽEMBERY, J. - LÍŠKA, E. - MOLNÁROVÁ, J. - HANÁČKOVÁ, E. 2003. Závislosť tvorby úrod kukurice satej na zrno (hybrid LG 23.06) od obrábania pôdy a hnojenia. In: Udržateľné poľnohospodárstvo a rozvoj vidieka. SPU Nitra, 2003, s. 199-201, ISBN 80-8069-246-7
11. ŽEMBERY, J. – LÍŠKA, E. – BUŠO, R. – KREBS, M. 2008. Vplyv hnojenia a poveternostných podmienok na úrodotvorné prvky a úrodu kukurice satej na zrno In Agrochémia 3 vol. XII.(48), 2008, s. 7-13, ISSN 1335-2415.
12. 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.

Pod'akovanie

Príspevok vznikol za podpory grantového projektu VEGA 1/0530/18 „Výskum produkcie a kvality významných druhov poľných plodín v klimaticky meniacich sa podmienkach“.

Kontaktná adresa

Ing. Jozef Žembery, PhD. Katedra rastlinnej výroby a trávnych ekosystémov, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail: Jozef.Zembery@uniag.sk

Názov: Vedecké práce katedry rastlinnej výroby a trávnych ekosystémov
Autori: kolektív autorov
Editor: Ing. Peter Hric, PhD., Ing.-Paed.IGIP
Typ publikácie: Zborník vedeckých prác
Forma vydania: online
Vydavateľ: Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre
Vydanie: prvé
Rok vydania: 2020

Neprešlo redakčnou úpravou vo Vydavateľstve SPU v Nitre.

ISBN 978-80-552-2244-8