



# **EKOLÓGIA TRÁVNEHO PORASTU**

Zborník vedeckých prác

Názov: Ekológia trávneho porastu  
Zborník vedeckých prác

Zostavovateľ: Ing. Norbert Britaňák, PhD.  
Mgr. Ľubomír Hanzes, PhD.  
RNDr. Štefan Pollák

Recenzenti: Ing. Norbert Britaňák, PhD.  
doc. Ing. Ľuboš Vozár, PhD.

© Centrum výskumu rastlinnej výroby Piešťany 2013

**ISBN 987-80-89417-48-3**  
**EAN 9788089417483**

## Obsah

Multifunkční a trvale udržitelné obhospodařování TTP v zemědělské soustavě ČR <i>Alois Kohoutek</i>	8
Pasenie dojčiacich kráv a ich vplyv na zmeny botanického zloženia a výživnej hodnoty trvalého trávneho porastu <i>Jaroslav Golecký, Jana Martincová, Zuzana Dugátová</i>	20
Dynamika historických zmien ve využívaní krajiny ve vztahu k rozloze travních porostů na příkladu podhorské vesnice v Jizerských horách <i>Jan Štrobach, Vilém Pavlů, Lenka Pavlů, Jan Gaisler, Jan Mikulka, Šimon Supek</i>	25
Vplyv organizovaného pasenia jahniat na vývoj trávneho porastu <i>Miroslav Polák, Mariana Jančová</i>	31
Influence of farmyard manure on micro and macroelements content of the meadow soil <i>Piotr Kacorzyc, Mirosław Kasperczyk, Joanna Szkutnik</i>	35
Sledovanie produkčných a kvalitatívnych parametrov poloprírodného trávneho porastu pri diferencovanej výžive <i>Jozef Čunderlík, Janka Martincová</i>	38
Koncentrácia ťažkých kovov v trávnych ekosystémoch <i>Ján Tomaškin, Judita Tomaškinová</i>	43
Frequency distribution model of species number in grassland communities <i>Jun Chen, Norbert Gaborčík, Masae Shiyomi</i>	47
Súčasný stav a vývoj pôd Slovenska pod trávnyimi ekosystémami <i>Jozef Kobza</i>	53
Pedodiverzita a vývoj vybraných agrochemických vlastností na lokalite pod trávnyim porastom <i>Jarmila Makovníková, Miloš Širáň</i>	59
Možnosti sequestrácie uhlíka v TTP na kambizemiach <i>Alena Rogožníková, Boris Pálka, Slávka Bohunčáková</i>	63
Respirometrická aktivita a distribúcia organickej hmoty v diferencovane obhospodarovaných trávnych porastoch <i>Ludovít Ondrášek, Janka Martincová, Jozef Čunderlík, Alena Rogožníková, Lubica Jančová</i>	68
Zatravnňovanie ornej pôdy druhovo bohatým trávnyim spoločenstvom zväzu <i>Arrhenatherion</i> a <i>Mesobromion</i> <i>Janka Martincová, Miriam Kizeková, Jozef Čunderlík, Ludovít Ondrášek, Štefan Pollák</i>	75
Zhodnotenie pôdnych vlastností a floristického zloženia pred a po zaplavení poldra Beša <i>Dana Kotorová, Ladislav Kováč, Jana Jakubová, Božena Šoltysová, Pavol Balla</i>	80
Assessment of the persistence of liming on the mountain meadow <i>Mirosław Kasperczyk, Joanna Szkutnik, Piotr Kacorzyc</i>	86

Vplyv aplikácie špecifického kompostu na imobilitu uhlíka v trvalých trávnych porastoch <i>Štefan Pollák, Alena Rogožníková</i>	90
The impact of grassland management on plant species diversity between 2003 and 2009 <i>V. Odstrčilová, A. Kohoutek, P. Komárek, P. Nerušil, P. Němcová, F. Hrabě, L. Rosická, P. Knot, P. Chalupová, J. Kašparová, P. Šrámek, M. Jiříč, T. Jiříčová, J. Pozdíšek, M. Štýbnarová, M. Svozilová, V. Černochoch, I. Houdek</i>	97
Vliv hnojení a intenzity využití na druhovou diverzitu a kvalitu trvalého travního porostu asociace <i>Sanguisorba–Festucetum comutatae</i> <i>Adam Nawrath, Jiří Skládanka, Iva Davidová, Martin Sochorec, František Hrabě, Jhonny Edison Alba Mejía</i>	101
Porovnanie proporčnej straty druhov rastlín poloprírodného a dočasného trávneho porastu ovplyvnených hnojením <i>Norbert Britaňák, Iveta Ilavská, Lubomír Hanzes</i>	106
Zmeny floristického zloženia pri rozdielnej eksploatacii trávneho porastu <i>Zuzana Kováčiková, Vladimíra Vargová, Milan Michalec</i>	111
Sward-height patches under intensive and extensive grazing management in an upland grassland in Jizera Mountains <i>Vendula Ludvíková, Vilém Pavlů, Lenka Pavlů, Jan Gaisler, Michal Hejzman, Šimon Supek</i>	116
Vplyv dlhodobého hnojenia na agrochemické vlastnosti pôdy <i>Vladimíra Vargová, Zuzana Kováčiková, Milan Michalec</i>	122
Ekologická obnova disturbovaného trávneho porastu v Národnom parku Malá Fatra <i>J. Novák, S. Javoreková, P. Obtulovič, J. Chlupík, J. Nemeš</i>	127
Regulácia diverzity zaburineného porastu v horskej oblasti Slovenska <i>Lubomír Hanzes, Norbert Britaňák, Iveta Ilavská</i>	133
Vplyv intenzity obhospodarovania na kvalitu a výživnú hodnotu fytomasy trvalého trávneho porastu <i>Daša Beňová, Mariana Jančová, Miroslav Polák, Štefan Pollák</i>	136
Dôsledky zmien vo využívaní krajiny a krajinnej pokrývky na plnenie environmentálnych funkcií a služieb trávnych porastov v krajine <i>Radoslava Kanianska</i>	140
Možnosti využitia extenzívnych trávnych porastov na pestovanie brusnice pravej ( <i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.) <i>Michal Medvecký, Ján Daniel</i>	144
Ošetření osiva a alternativní termíny výsevu trav <i>Miluše Svobodová, Jaromír Šantrůček, Dagmar Kovářová</i>	148
Klíčivost osiva ošetřeného metodou iSeed® <i>Martin Sochorec, Pavel Knot, Jiří Skládanka</i>	153
Vliv sucha na klíčení vybraných druhů trav	157

Využitie ďatelinovín a ich miešaniek na orných pôdach v horskej oblasti <i>Iveta Ilavská, Norbert Britaňák, Lubomír Hanzes</i>	161
Produkcja sušiny odrôd ďatelinovín v závislosti od meteorologických faktorov na Východoslovenskej nížine <i>Ladislav Kováč</i>	167
Kvalitatívne zmeny lucerny siatej a lucernotrávnej miešanky počas vegetačného obdobia v podhorskej oblasti <i>Lubica Rajčáková, Roman Mlynár, Martina Vršková</i>	172
Kvalita sena z horských trávnych porastov <i>Stela Jendrišáková</i>	177
Zpracovávání zbytkové travní hmoty <i>Petr Plíva, Pavel Kovaříček, Marcela Vlášková</i>	182
Možnosti alternatívneho energetického využitia TP <i>Štefan Pollák, Miroslav Polák, Martin Lieskovský</i>	188
Fytopaliva a jejich vlastnosti <i>David Andert, Ilona Gerndtová</i>	193
Ekonomika surovinového a energetického využitií produkce z travních porostů <i>Zdeněk Abrham, Milan Herout</i>	199
Zhodnotenie vybraných indikátorov ovplyvňujúcich klimatickú zmenu v súvislosti s významnými oblasťami pre ochranu biodiverzity v niektorých krajinách EÚ <i>Ružena Vajčíková</i>	205
Úroda sušiny a jej rozdelenie v kosbách počas dvoch po sebe nasledujúcich extrémne suchých rokov pri <i>Trifolium pratense</i> , <i>Medicago sativa</i> a ich miešankách s <i>Festulolium</i> <i>Miriam Kizeková, Jozef Čunderlík, Jana Martincová, Lubica Jančová</i>	210
Rastie produkcia sušiny trávneho porastu so vzrastajúcou koncentráciou oxidu uhličitého v atmosfére Zeme? Výsledky dlhodobého pokusu <i>Norbert Britaňák, Milan Michalec, Lubomír Hanzes, Iveta Ilavská, Lubica Jančová, Zuzana Kováčiková, Janka Martincová, Štefan Pollák, Vladimíra Vargová</i>	214



## PREDHOVOR

Štúdium a hodnotenie ekosystémových vlastností trávnych porastov predstavuje, spolu s pratotechnickými postupmi v návaznosti na produkčné a mimoprodukčné funkcie, dlhoročné tematické zamerania vo vedeckej a výskumnej práci. S ohľadom na veľkú diverzitu prostredia, fytoocenóz a spôsobov ich udržiavania, predstavujú postupy obhospodarovania a využívania všetkých typov trávnych porastov značný rozsah možností, ale zároveň aj problémov. Poznanie skutočného stavu, vzájomných interakcií a väzieb, pomáha ozrejmiť fungovanie ekosystémov trávnych porastov, a to nie iba v globálnom meradle, ale najmä vo vzťahu k jednotlivým špecifickým abiotickým a biotickým podmienkam. Závery bádania následne nadobúdajú význam vo vedeckej, ale aj aplikačnej rovine. Faktorom, vstupujúcim do tohto procesu, sa v posledných rokoch stáva aj klimatická zmena, poprípade adaptácia na jej rôzne prejavy a formy. Práve tento fenomén predostiera množstvo námetov pre výskum a s tým súvisiace praktické otázky. Z ekologických, resp. mimoprodukčných aspektov lúčnych fytoocenóz ostáva stále aktuálna problematika genofondu rastlín a genetickej diverzity všeobecne. Trvalo udržateľný rozvoj predpokladá uchovávanie a zvyšovanie stavu diverzity, a to nielen druhov ale aj spoločentiev. Práve tieto výzvy sú súčasťou mnohých programov EÚ, pričom za určitých dohodnutých podmienok predstavujú aj dôležitý zdroj príjmov pre poľnohospodársku prax. Z hľadiska multifunkčného využívania trávnych porastov bude potrebné ďalej hľadať možnosti a mechanizmy začlenenia ich fytoomasy do procesov alternovania energetických zdrojov. Získané poznatky už začali nadobúdať význam pri užšej profilácii uplatnenia trávnych porastov aj v tomto smere.

Editori

## **Multifunkční a trvale udržitelné obhospodařování TTP v zemědělské soustavě ČR**

### **Multifunctional and sustainable management of permanent grasslands in the agricultural system of the Czech Republic**

Alois Kohoutek

Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Praha 6 - Ruzyně, VS Jevíčko, Česká republika

#### **Abstract**

The contribution analyses the structure of voluminous feedstuff and a herd of herbivores for its conversion within the agricultural system of the Czech Republic (CR). In 2010, the agricultural system of the Czech Republic included 5,986 thousand tonnes of dry matter (DM) of voluminous feedstuff for a herd of herbivores at the amount of converted 1,118 livestock units (LU). The consumption of utilizable dry matter by a herd of herbivores is 5,031 thousand tonnes at the consumption of 4.5 t of utilizable DM per LU. The surplus of voluminous feedstuff reached 995 thousand tonnes of DM which represents source of feedstuff for 212 thousand LU for which there was no use. This represents about 1/3 of forage production from permanent grasslands (PG) and an area of about 300 thousand ha of permanent grasslands which were not utilized with an average DM yield of about 3 t ha<sup>-1</sup>. The key solution of such a long-term unsatisfactory state is an increase of suckler cows numbers by about 100 – 150 thousand heads as more permanent demand for cattle 300 kg can be expected from surrounding countries. Raising the cattle as a major permanent grassland forage consumer has a character of agro-environmental measure. For utilisation of forage from intensively managed PG (4 – 3 cuts) extensive cattle load is sufficient, in case of extensive PG utilisation (2 cuts) intensive cattle load is necessary to provide conversion of produced forage, otherwise its surplus is saturated. For the needs of agrarian policy after 2013, the following load of PG can be recommended: under 0.5 LU ruminants per ha PG, 0.5 – 0.8 LU ruminants per ha PG and over 0.8 ruminants per ha PG.

**Keywords:** permanent grasslands; yield; forage quality; load; agrarian policy

#### **Úvod**

Strategické rozvojové cíle českého zemědělství se odvíjejí od očekávaného vývoje vnějších podmínek, analýzy aktuálního stavu a problémů zemědělsko-potravinářského sektoru, s přihlédnutím k deklarovaným cílům SZP po roce 2013. Hlavním strategickým cílem dalšího rozvoje českého zemědělství je podílet se na dlouhodobém a trvalém zajištění potravinové bezpečnosti na národní a evropské úrovni a přispět k energetické soběstačnosti ČR v rámci stanoveného energetického mixu, a to při podstatném zvýšení jeho efektivnosti a konkurenceschopnosti a vztahů k jím užívaným přírodním zdrojům a rozvoji venkova, včetně zvyšování jeho rekreačního potenciálu (Hlaváček a kol., 2012).

Jednou z cest a cílů je rozvoj živočišné výroby a zejména chovu přežvýkavců jako zdroje statkových hnojiv. Jedním z opatření státu bude poskytování důchodově přiměřených plateb v oblastech LFA, využití plateb spojených s produkcí k podpoře chovu přežvýkavců k produkci mléka s preferencí chovu dojníc i na trvalých travních porostech (TTP), diferenciací sazeb příslušných AEO podle úrovně intenzity ŽV, zvýhodnění investičních podpor ve vazbě na aplikaci environmentálního managementu AEO. Nezbytnou součástí je podpora výzkumu, vzdělávání a poradenství, zaměřeného na vztahy zemědělství k životnímu prostředí (na bázi



AKIS, tj. Agricultural Knowledge and Information System = zemědělský znalostní a informační systém).

V integrálním pojetí požadavků a potřeb potravinové bezpečnosti, péče o krajinu, vodu, půdu, vzduch, biodiverzitu a rozvoj venkovských oblastí je ve strategickém zájmu České republiky přispívat k zajištění zdravého rozměru produkčního zemědělství a potravinářství v podmínkách České republiky a kontextu Společné zemědělské politiky EU.

Na základě předpokládaných trendů vývoje vnějších podmínek i stavu a potenciálu obou sektorů je v dlouhodobém zájmu České republiky především zachování úrodné a kulturní zemědělské krajiny.

V podmínkách České republiky se především jedná minimálně o obnovu vyvážené struktury zemědělství a proporcí jeho základních odvětví s odpovídajícím zastoupením přežvýkavců v poměru k zemědělské půdě a racionálním rozměrem živočišné výroby, která se zásadním způsobem podílí na zlepšování vztahů zemědělství k životnímu prostředí, na tvorbě vyšší přidané hodnoty i zaměstnanosti na všech stupních vertikály, jak na lokální, tak i regionální úrovni, včetně vazeb na obecné služby v oblasti genetiky, plemenářství, výzkumu, vzdělávání, poradenství, agroturistiky atd.

#### *Indikativní ukazatele strategických cílů českého zemědělství a potravinářství po roce 2013*

Návrh koncepce MZe na roky 2014 – 2020 (Hlaváček a kol., 2012) předpokládá zvýšení výměry TTP ze současných 984 tis. ha na 1200 – 1400 tis. ha při současném snížení výměry o. p. o 100 – 300 tis. ha. To znamená v souladu s naplňováním cílů zornění dosáhnout rozšíření produkčních ploch TTP za podpory chovu přežvýkavců (včetně dojného skotu) s prioritou krmivové základny na TTP prostřednictvím plateb LFA a AEO. Podíl ŽV na celkové zemědělské produkci se má zvýšit ze současných 45 na 50 %, především za pomoci vázané podpory chovu přežvýkavců a komplexní podpory v rámci Programu rozvoje venkova (PRV). Pokud se týká chovu dojnic, předpokládá se udržení stáda dojnic na úrovni kolem 400 tis. ks, především za pomoci vázané podpory chovu přežvýkavců a komplexní podpory v rámci PRV. Podíl dojnic s převahou krmiv na bázi píce z TTP - zvýšit o 20 % stádo dojnic na TTP, navýšit stádo krav bez tržové produkce mléka (BTPM) ze současných 178 tis. na úroveň kolem 200 tis. ks, a dále navýšit stádo ovcí a beranů ze současných 209 tis. ks na úroveň kolem 250 tis. ks, především za pomoci vázané podpory chovu přežvýkavců a komplexní podpory v rámci PRV, včetně ekologického zemědělství.

#### *Projekce strategie při implementaci společné zemědělské politiky EU na období 2014 – 2020*

V rámci II. pilíře SZP – Programu rozvoje venkova se předpokládá vytvoření samostatných sektorových obálků (alokací) pro investiční opatření v živočišné výrobě následovně (seřazeno dle priority): 1. dojnice, 2. prasata, 3. KBTPM, 4. drůbež, 5. ovce a kozy, 6. ostatní (např. včely, králíci aj.).

Zachování odpovídajícího poměru plateb na LFA v kontextu podpory ŽV s cílenou ekonomickou provázaností a podmíněností na ŽV. Cílem je zásadně omezit zvýhodnění rentability u podniků bez ŽV oproti podnikům s odpovídajícím rozměrem ŽV, zejména: Využitím "ušetřených prostředků" ve prospěch investičních opatření v živočišné výrobě (i podpora dojného skotu v LFA);

Cílením LFA platby na podporu ŽV (včetně stabilizace mléčného skotu) prostřednictvím vhodného nastavení kritérií způsobilosti;

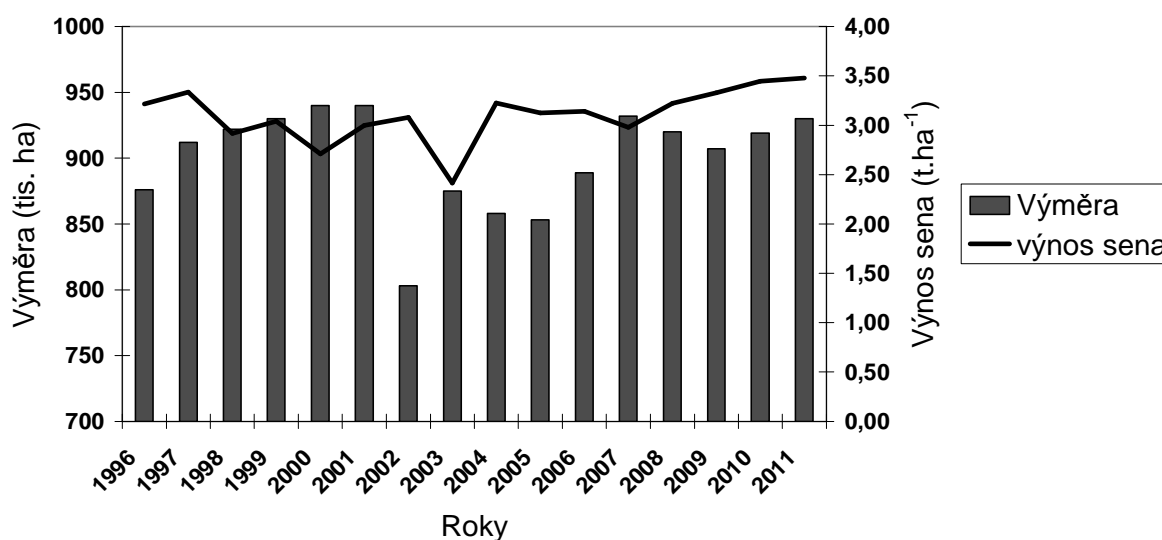
Postupné navýšení intenzity hospodářských zvířat pro platbu LFA na průměrnou úroveň 0,4 DJ od roku 2016, se zohledněním ekologického zemědělství a možností flexibility zajištění krmivové základny některých skupin zemědělských podniků ve vazbě na obhospodařovaný poměr TTP a orné půdy;

Cílení plateb AEO k zajištění podpory a příspěvku AEO opatření ke strukturální změně českého zemědělství (prostřednictvím vhodného nastavení kritérií způsobilosti, zejména správným cílením environmentálních opatření na ZP a PUPFL (ošetřování travních porostů, vhodné osevní postupy – víceleté pícniny)).

### TTP v ČR

Trvalé travní porosty (TTP) zaujímají v České republice (ČR) dle evidence katastru nemovitostí Českého úřadu zeměměřičského a katastrálního výměru 974 tis. ha, tj. 22,8 % ze zemědělské půdy (4280 tis. ha). Podle údajů Českého statistického úřadu (ČSÚ) bylo v roce 2011 zemědělsky využíváno 930 tis. ha s průměrným výnosem 3,48 t.ha<sup>-1</sup> sena (obr. 1). Výnosový potenciál stanovený v přesných lukařských pokusech je však více jak dvojnásobný (Kohoutek a kol. 2008, 2012). Požadavkem agrární politiky státu s ohledem na péči o trvalé travní porosty je alespoň dvojnásobný přesečení ročně. Tímto opatřením se výrazně snižuje riziko sukcese dřevního náletu, šíření ruderálních plevelů a abundance nežádoucích druhů.

**Obr. 1: Výměra TTP a průměrný výnos sena v ČR v letech 1996 - 2011 dle ČSÚ (od roku 2002 statistické šetření dle metodiky EUROSTAT)**



**Figure 1** Permanent grassland area and average hay yield in the Czech Republic in 1996 – 2011 according to the Czech Statistical Office (since 2002 -the statistical survey according to the EUROSTAT methodology)

[Výměra = Permanent grassland area; Roky = Years; Výnos sena = Hay yield]

### 1. Celková bilance zdrojů objemných krmiv, spotřeba jádra a způsobů konverze objemné píče v zemědělské soustavě ČR

Celková bilance zdrojů objemných krmiv zahrnuje víceleté pícniny na orné, silážní kukuřici a píci z trvalých travních porostů. Jejich množství vyjadřujeme v suché hmotě pomocí koeficientů pro přepočítání z údajů ČSÚ. Pro jednotlivá krmiva jsou koeficienty následující: seno víceletých pícnin na orné = 0,95, silážní kukuřice = 0,3 a píci z trvalých travních porostů (seno) = 0,95. Do bilance se reálně promítá spotřeba rostlinných materiálů BPS. Rovněž je potřeba vzít v potaz vývoz skotu, který v bilanci spotřeby objemných krmiv působí záporně a to v posledních letech v poměrně značném rozsahu, jak je zřejmé z tab. 1. Vývozem zástavového skotu dochází k výpadku cca 110 tis. DJ skotu, což v přepočtu na konverzi suché

hmoty činí 495 tis. t. Současně je potřeba vzít v úvahu “vytěšňovací efekt” jádra v krmné dávce dojených krav vysokou spotřebou jádra, který činí cca 1 t objemných krmiv na dojnici, tj. 350 tis. t suché hmoty objemné píce. Naproti tomu novým spotřebitelem rostlinných materiálů, v tomto případě z kategorie objemných krmiv, jsou zemědělské bioplynové stanice (BPS) s bilanční spotřebou 250 tis. t sušiny (horní odhad), jak je uvedeno dále v textu. V rámci stáda býložravců (tab. 1, 2) bylo v zemědělské soustavě ČR v roce 2010 k dispozici 5 986 tis. t suché hmoty objemných krmiv pro stádo býložravců v přepočtu na DJ v počtu 1118 tis. DJ. Spotřeba zkrmitelné sušiny stádem býložravců při spotřebě 4,5 t zkrmitelné sušiny na DJ činí 5031 tis. t. Přebytek objemných krmiv dosáhl 995 tis. t suché hmoty (tab. 3), což představuje zdroje krmiv pro 212 tis. DJ, pro které nebylo využití. Z praktického hlediska se jedná o přebytky píce z TTP, protože podniky hospodařící na orné si vybilancují potřebu redukcí jednoletých a víceletých pícnin na orné. To představuje cca 1/3 produkce píce z TTP a při průměrném výnosu kolem 3 t.ha<sup>-1</sup> výměru cca 300 tis. ha nevyužívaných TTP. Tímto aktualizovaným propočtem se potvrzují předchozí bilance (Kvapilík, Kohoutek 2009, 2011) a hlasy z praxe, zejména z oblastí s vyšším zastoupením TTP. Jako klíčové řešení tohoto dlouhodobě trvajících neuspokojivého stavu je nejrealnější zvýšení stavů SBTPM o cca 100 – 150 tis. krav BTPM, protože se dá očekávat dlouhodobější poptávka po zástavovém dobytku v sousedních státech. Výměra TTP a jejich výnosový potenciál jsou schopny uvedené stádo skotu krmivářsky zabezpečit. Nejjednodušší cestou je zvýšení zatížení skotem na 0,5 – 0,6 DJ.ha<sup>-1</sup>.

**Tabulka 1.** Stavby býložravců v ČR a přepočty na DJ (krmivářské koeficienty) 2010  
**Table 1** Herbivores numbers in the CR and conversion to LU (stock-feeding coefficients)

Druhy a kategorie hospodářských zvířat [Livestock kinds and categories]	Stavy (tis. ks) [Numbers (thousand heads)]	Koeficient [Coefficient]	Počet DJ (tis.) [LU numbers (thousand)]	Počet DJ relativně (%) [LU numbers relatively] (%)
Stádo skotu (přepočty přes stavy krav) [Livestock herd (conversion through cow numbers)]	552	2,1	1159 1049 <sup>1)</sup>	93,8
Ovce [Sheep]	197	0,15	29,6	2,7
Kozy [Goats]	21,7	0,15	3,3	0,3
Koně [Horses]	29,9	1,2	35,9	3,2
Vývoz živých zvířat skotu [Young cattle export]	183,3	0,6	-110	.
Disponibilní počet DJ býložravců pro konverzi krmiv [Dispensable number of herbivore LU for feedstuff conversion]	.	.	1117,9	100

Pozn.: <sup>1)</sup>Disponibilní stádo skotu po odečtení vývozu živých zvířat skotu  
 [Note: <sup>1)</sup>Dispensable cattle herd after deducting the exported young cattle]

**Tabulka 2.** Bilance objemné píče a spotřeba jádra v suché hmotě, konverze objemné píče BPS a „vytěšňovací efekt“ jádra v KD dojených krav; propoččet pro rok 2010 (v tis. t)

**Table 2** The balance of voluminous fodder and grain consumption as dry matter, conversion of voluminous fodder BPS and „squeeze-out effect“ of grain in a feeding ration of dairy cows; calculation for 2010 ( as thousand t)

Bilance objemné píče [Voluminous fodder balance]	Production and balance as dry matter (thousand t)
Víceleté pícniny na orné [Perennial forage on arable land]	1106
Kukuřice na siláž vč. jednoletých pícnin [Maize for silage including annual forages]	1771
Píče z TTP [Fodder from PG]	3010
Objemná krmiva celkem [Voluminous fodder in total]	5886
Vytěšňovací efekt jádra, tj. píče „navíc“ (cca 1 t suché hmoty na 1 dojnici) [„Squeeze-out effect“ of grain, that is fodder „in addition “ (ca 1 t DM per 1 dairy cow)]	350
Potenciální zdroje suché hmoty [Potential sources of DM]	6236
Spotřeba BPS [Bio-gas plants consumption]	-250
Disponibilní zdroje pro býložravce [Dispensable sources for herbivores]	5986
Spotřeba jadrných krmiv [Grain feedstuff consumption]	
Kategorie skotu [Cattle category]	
Dojené krávy [Dairy cows]	800
Býci výkrm [Fattening bulls]	90
Jalovice výkrm [Fattening heifers]	20
KBTPM [Suckler cows]	17
Jalovice 1 leté a 2 leté [1-year and 2-year heifers ]	108
Jádro celkem [Grain in total]	1035

**Tabulka 3.** Bilance zdrojů krmiv pro stádo býložravců**Table 3** The balance of feedstuff sources for the herd of herbivores

Zdroje obj. krmiv pro býložravce [Voluminous feedstuff sources for herbivores]	Počet DJ býložravců [Number of herbivores as livestock units (LU)]	Spotřeba zkrmitelné sušiny [Consumption of utilisable DM]	Spotřeba zkrmitelné sušiny stádem býložravců [Consumption of utilisable DM by herbivores]	Bilance obj. krmiv (1 - 4) [Balance of voluminous feedstuff (1 - 4)]	Potřeba DJ na konverzi přebytečné píče [Demand of LU for conversion of surplus fodder]
1	2	3	4	5	6
(tis. t) [thousand t]	(tis. DJ) [thousand LU]	(tis. DJ <sup>-1</sup> ) [thousand t LU <sup>-1</sup> ]	(tis. t) [thousand t]	(tis. t) [thousand t]	(tis. DJ) [thousand LU]
5986	1118	4,5	5031	+995	212

## 2. Trvalé travní porosty a možnosti jejich využití v České republice

Trvalé travní porosty (TTP) jsou Nařízením komise čís. 796/2004 definovány pro vyplácení podnikových premií jako „plochy využívané prostřednictvím osevu nebo přirozeného způsobu (vysemenění) k pěstování trav nebo jiných krmných plodin, které nejméně po dobu pěti let nebyly součástí osevního postupu zemědělského podniku“. Z hlediska tvorby krajiny, ochrany přírody a životního prostředí se obvykle zdůrazňuje jejich pestré a jedinečné složení utvářené stanovištěm, obtížná dostupnost mechanizačními prostředky (vysoká svažitost), protierozní účinky aj. Z těchto a dalších důvodů je zachování TTP ve státech unie dlouhodobou prioritou zemědělské politiky.

Stav přežvýkavců a koní lze v roce 2011 odhadnout na 1 150 tis. dobytčích jednotek (DJ krmivářské). Je to o cca 1 546 tis. DJ a 58 % méně než činily stavy stejných druhů a kategorií hospodářských zvířat v roce 1990. Přes výrazný nárůst stavů krav bez TPM (na cca 181 tis. v roce 2011) se spolu s omezením pastvy dojníc a mladého skotu zřetelně snížila využitelnost TTP pastvou přežvýkavců.

Pozitivně je nutno hodnotit obhospodařování TTP v režimu ekologického zemědělství v ČR v posledních letech. V roce 2007 bylo do ekologického způsobu hospodaření zařazeno 275 tis. ha trvalých luk a pastvin (Darmovzalová, Koutná, 2008). Je to 29,5 % výměry TTP a 82,3 % celkové výměry zemědělské půdy obhospodařované v ekologickém zemědělství (334 tis. ha). Na ekologických farmách se koncem roku 2007 chovalo cca 138 tis. kusů skotu, z toho 4 485 dojených krav (cca 1,1 %) a 63 520 krav bez TPM (39,0 % stavů v roce 2007).

Zemědělským způsobem nelze trvale využívat cca 80 tis. ha (trvale zamokřené půdy evidované jako louky, meze, remízky, rozptýlené pozemky v krajině, dřevní nálet na plochách aj.). Znamená to, že kolem 160 až 300 tis. ha (17 až 33 %) TTP by v tomto případě nebylo možno využít chovem zvířat. V přirozeném a kulturním stavu by tato plocha musela být pouze udržována. Ke zlepšení tohoto ukazatele je nutno v rámci ČR rozšířit pastevní chov dojníc, odchov jalovic a výkrm skotu (především jalovic a volů), zvýšit stavy přežvýkavců využívajících TTP a přejít od extenzivního k intenzivnímu obhospodařování TTP spočívající ve zvýšení frekvence sečení. Stavy dojníc v důsledku regulace výroby mléka kvótami se snižují úměrně zvyšování užitkovosti, využívání pastvy dojníc a dalších kategorií skotu s výjimkou krav bez TPM stagnuje hlavně z ekonomických důvodů. Proto by nejlepším řešením této neuspokojivé situace, vedle rozšíření pastvy stávajících druhů a kategorií přežvýkavců, bylo zvýšení stavů krav bez TPM o cca 80 až 100 tis. kusů.

To vyplývá i ze statistiky FAOSTAT-u (Kvapilík, Kohoutek 2009, 2011), z které je zřejmá značná variabilita podílu krav bez TPM z početních stavů dojnic mezi státy EU-15 a EU-12. V první skupině států dosahovaly stavy krav bez TPM v roce 2007 v průměru 66 % stavů dojnic krav při variabilitě mezi cca 6 % v Nizozemí a 199 % ve Španělsku. Podíl krav bez TPM dosahuje v nových dvanácti státech v průměru pouze 5 % stavů dojnic při kolísání mezi 2 % v Rumunsku a 50 % ve Slovinsku. Přesto, že je tento ukazatel ovlivňován mnoha faktory (početní stavy dojnic, podíl TTP z výměry zemědělské půdy, vyjednané kvóty mléka a krav bez TPM aj.), lze průměr států EU-15 (kolem 65 %) považovat za optimum, resp. za cílový parametr pro ČR. Znamená to, že při současném stavu dojnic v ČR k datu 30. 7. 2012 uváděném ČSÚ jsou stavy dojených krav 373 tis. (na 100 ha zemědělské půdy zřetelně nižší počet než činí průměr unie) by se stavy krav bez TPM měly zvýšit na cca 250 až 260 tis. Jedná se o zvýšení stavů kategorie skotu, která by umožnila ekologické a ekonomické využívání stávající výměry TTP a její mírné navýšení. Vzhledem k nutné ochraně vůči erozi a k plnění dalších neprodukčních funkcí je toto řešení z hlediska agrární politiky ČR a společné zemědělské politiky Evropské unie po roce 2013 žádoucí.

### **3. Modelový výpočet trvale udržitelného obhospodařování TTP chovem krav a skotu BTM s výhledem do roku 2014**

Modelový výpočet krmné dávky a potřebnou výměru trvalých travních porostů a optimální způsob využívání na produkci a kvalitu píce v návaznosti na narůstající velikost stáda skotu BTM v ČR jsme provedli na stejných podkladech a analogickým způsobem jako pro dojené krávy (Kohoutek, 2011). Vypočtený denní příjem sušiny píce z travního porostu modelovou 650 kg dojnicí je u dvousečného využití 12,94 kg sušiny.ks<sup>-1</sup>, trojsečného 15,15 a u čtyřsečného 17,94 kg sušiny.ks<sup>-1</sup>. Celkový roční příjem zkrmitelné sušiny píce z travního porostu modelovou dojnicí činí ve variantě s dobrovolným příjmem 5,54 t sušiny na ks a rok. Modelový výpočet výměry TTP obhospodařovaných stádem skotu BTM v ČR, jehož stavy se zvýšily z 8,4 tis. DJ v roce 1992 na cca 345 tis. DJ v roce 2011 zvýšil spotřebu suché hmoty z 33 tis. t v roce 1992 na 1472 tis. t v roce 2011. Výměra TTP obhospodařovaných a využívaných stádem skotu BTM se v modelovém výpočtu zvyšuje ze 7 tis. v roce 1992 na cca 322 tis. ha v roce 2011.

Uvedený modelový propočít prokazuje významný vliv restrukturalizace stáda dojného skotu v ČR od počátku 90-tých let minulého století směrem k chovu skotu BTM na obhospodařování a udržování TTP a obhospodařování krajiny. Současně je potřeba konstatovat, že ani stávající stavy nejsou dostatečné vzhledem k celkové výměře TTP v ČR a podíl skotu BTM by se měl dále zvyšovat.

#### *Potřebné zatížení TTP skotem pro konverzi píce*

Diferencované stanovení intenzity chovu hospodářských zvířat, v návaznosti na produkční schopnosti TTP podle způsobu využívání (2 – 4 sečné využívání) při úrovni hnojení odpovídající zatížení 0, 1 a 2 DJ.ha<sup>-1</sup>, které je podrobně popsáno výše, je detailně rozpracováno na obr. 4 – 6.

Produkční schopnosti TTP v ČR, hodnocené v přesných dlouholetých exaktních pokusech (2003 - 2010) se pohybují v rozpětí 4,81 – 5,44 t.ha<sup>-1</sup> sušiny u nehnojených variant, až po 8,37 – 9,65 t.ha<sup>-1</sup> sušiny u variant hnojených 180 kg.ha<sup>-1</sup> N, což odpovídá zatížení 2 DJ.ha<sup>-1</sup>. Za významné považujeme zjištění, že intenzivním využíváním (4-sečné) se významně snižuje produkce sušiny z ha a to o 15 – 20 % oproti extenzivnímu využívání. Současně se zvyšuje (a) kvalita píce (vyšší koncentrace NL a NEL) a (b) dobrovolný příjem píce. Jsou analyzovány varianty s KD bez jádra (pouze píce z TTP) a ve variantě s jádrem, kde dochází k dalšímu snížení dobrovolného příjmu (týká se zejména dojených krav). Výsledným efektem intenzivního využívání je potřeba nižšího zatížení hospodářskými zvířaty na ha, uvedené jako

počet DJ.ha<sup>-1</sup> a naopak potřeba vyššího zatížení při extenzivním 2sečném využívání. Vypočtená zkrmitelná sušina (výnos – 30 %) je potom základem pro stanovení zatížení na ha. U dojených krav ve var. bez jádra (obr. 4) se u intenzivního způsobu využívání (4-sečné) zatížení pohybuje od 0,60 DJ.ha<sup>-1</sup> u nehnojených variant po 1,10 DJ.ha<sup>-1</sup> u variant se 180 kg.ha<sup>-1</sup> N, u středně intenzivního (3-sečné) se zvyšuje na 0,80 – 1,50 DJ.ha<sup>-1</sup>, a u extenzivního způsobu využívání od 1,00 – 2,00 DJ.ha<sup>-1</sup>, přičemž takto vypěstovaná krmiva mají nejnížší krmivářskou hodnotu. Při energetickém vybilancování KD jádrem (obr. 5) se zatížení TTP dojenými kravami pohybuje v uvedeném pořadí u intenzivního způsobu využívání od 0,80 – 1,40 DJ.ha<sup>-1</sup>, u středně intenzivního od 1,00 – 1,80 DJ.ha<sup>-1</sup> a konečně u extenzivního od 1,30 až po 2,50 DJ.ha<sup>-1</sup>.

V případě skotu BTPM (obr. 6) je potřeba pro konverzi uvedeného množství píce potřeba u intenzivního způsobu využívání (4-sečné) zatížení pohybuje od 0,72 DJ.ha<sup>-1</sup> u nehnojených variant po 1,26 DJ.ha<sup>-1</sup> u variant se 180 kg.ha<sup>-1</sup> N, u středně intenzivního (3-sečné) se zvyšuje na 0,88 – 1,59 DJ.ha<sup>-1</sup>, a u extenzivního způsobu využívání od 1,03 – 1,91 DJ.ha<sup>-1</sup>.

Pro potřeby agrární politiky po roce 2013 lze doporučit zatížení v jednotlivých pásmech následovně: do 0,5 DJ přežvýkavců na hektar TTP, 0,5 – 0,8 DJ přežvýkavců na hektar TTP a konečně nad 0,8 přežvýkavců na hektar trvalých travních porostů.

## Závěry

- Vyšší spotřeba jádra vytěšňuje z krmné dávky dojených krav cca 350 tis. t objemných krmiv na 1 t koncentrátů v krmné dávce dojené krávy.
- Současné průměrné zatížení se pohybuje hluboko pod potenciálními produkčními schopnostmi TTP, a proto jeho zvýšení na 0,5 – 0,6 DJ.ha<sup>-1</sup> v průměru republiky je zcela reálné a národohospodářsky i z hlediska trvale udržitelného a multifunkčního obhospodařování TTP nejen žádoucí, ale nezbytně nutné.
- Využití všech možností daných legislativou unie k „udržení“ chovu skotu a ovcí ve znevýhodněných oblastech (zamezení převodu mléčných kvót a individuálních kvót krav chovaných v systému bez TPM ze ztížených oblastí aj.).
- Přípravu programů a opatření na zlepšování struktury zemědělských podniků, podporu nepotravinářské produkce, zlepšování pracovních a životních podmínek, ochranu životního prostředí aj.
- Přípravu a realizaci programů na využití TTP jinými způsoby než chovem skotu a ovcí.
- Pro potřeby stanovení zatížení DJ na 1 ha zemědělské půdy, nebo 1 ha travních porostů v konkrétním zemědělském podniku, je proto potřeba brát v potaz instalovaný výkon BPS, pokud ji daný podnik provozuje.
- Pro potřeby agrární politiky po roce 2013 lze doporučit zatížení v jednotlivých pásmech následovně: do 0,5 DJ přežvýkavců na hektar TTP, 0,5 – 0,8 DJ přežvýkavců na hektar TTP a konečně nad 0,8 přežvýkavců na hektar trvalých travních porostů.
- V rámci stáda býložravců bylo v zemědělské soustavě ČR v roce 2010 k dispozici 5 986 tis. t suché hmoty objemných krmiv pro stádo býložravců v přepočtu na DJ v počtu 1118 tis. DJ. Spotřeba zkrmitelné sušiny stádem býložravců při spotřebě 4,5 t zkrmitelné sušiny na DJ činí 5031 tis. t. Přebytek objemných krmiv dosáhl 995 tis. t suché hmoty, což představuje zdroje krmiv pro 212 tis. DJ, pro které nebylo využití. Z praktického hlediska se jedná o přebytky píce z TTP, protože podniky hospodařící na orné si vybilancují potřebu redukcí jednoletých a víceletých pícnin na orné. To představuje cca 1/3 produkce píce z TTP a při průměrném výnosu kolem 3 t.ha<sup>-1</sup> výměru cca 300 tis. ha nevyužívaných TTP.
- Chov skotu, jakožto rozhodujícího konzumenta píce z TTP, má charakter agroenvironmentálního opatření. Pro využití píce z intenzivně obhospodařovaných TTP (4 – 3 sečné) postačuje extenzivní zatížení skotem, v případě extenzivního obhospodařování

TTP (2sečné) je potřeba intenzivní zatížení skotem na ha TTP, aby bylo možno zajistit konverzi vyprodukované píče, jinak se saturují její přebytky. Značná část uvedených a dalších opatření, která bude nutno v rámci využívání TTP v ČR realizovat, vyžadují důkladnou přípravu z teoretického a praktického hlediska. Proto by této významné a náročné problematice měla být i nadále náležitá pozornost věnována i z hlediska výzkumu. Z podnikového hlediska lze po vyrovnání podmínek v nároku na přímé platby v rámci rozšířené unie očekávat plnou konkurenceschopnost českých chovatelů skotu.

### Poděkování

Příspěvek byl zpracován s finanční podporou projektu NAZV reg. č. QH81280 a QI101C199.

### Literatura

- Darmovzalová I, Koutná K (2008) Statistické šetření na ekologických farmách České Republiky za rok 2007. ÚZEI, Brno, prosinec 2008.
- Hlaváček M *et al* (2012) III. Strategie pro růst. České zemědělství a potravinářství v rámci společné zemědělské politiky eu po roce 2013. MZe, Praha, 2012, 80 s.
- Kohoutek A *et al* (2011) Effects of intensity of fertilisation and cutting frequency on yield and forage quality of permanent grassland in the Czech Republic from 2003 to 2009. In: Pötsch E.M *et al* (eds.). *Grassland Farming and Land Management Systems in Mountainous Regions*, proc. of the 16<sup>th</sup> Symposium of the European Grassland Federation, Gumpenstein, Austria, 29-31 August 2011, pp. 211-213. ISBN 978-3-902559-65-4.
- Kohoutek A (2011) Vliv intenzity chovu hospodářských zvířat na využívání travního porostu, výnos, kvalitu a příjem píče hospodářskými zvířaty a její dopad na programová opatření zavedená v rámci směrnice rady 91/676/EHS (nitratová směrnice). Studie MZe, VÚRV, v.v., VS Jevíčko, 2011, 44 s.
- Kvapilík J, Kohoutek A (2009) Chov přežvýkavců a trvalé travní porosty. Uplatněná certifikovaná metodika pro praxi, ISBN 978-80-7403-039-0, 35 s. VÚRV, v.v.i., Praha Ruzyně, 2009.
- Kvapilík J, Kohoutek A (2011) Význam trvalých travních porostů. *Zemědělec*, č. 9, Téma týdne 11, Využití travních porostů. s. 12, 2011.

**Figure 4** Dry matter production at different levels of fertilization and frequency of cutting, and the critical load necessary for fodder conversion (dairy cows, option with grain)

### Figure 5

Critical load necessary for fodder conversion (dairy cows, options with or without grain)

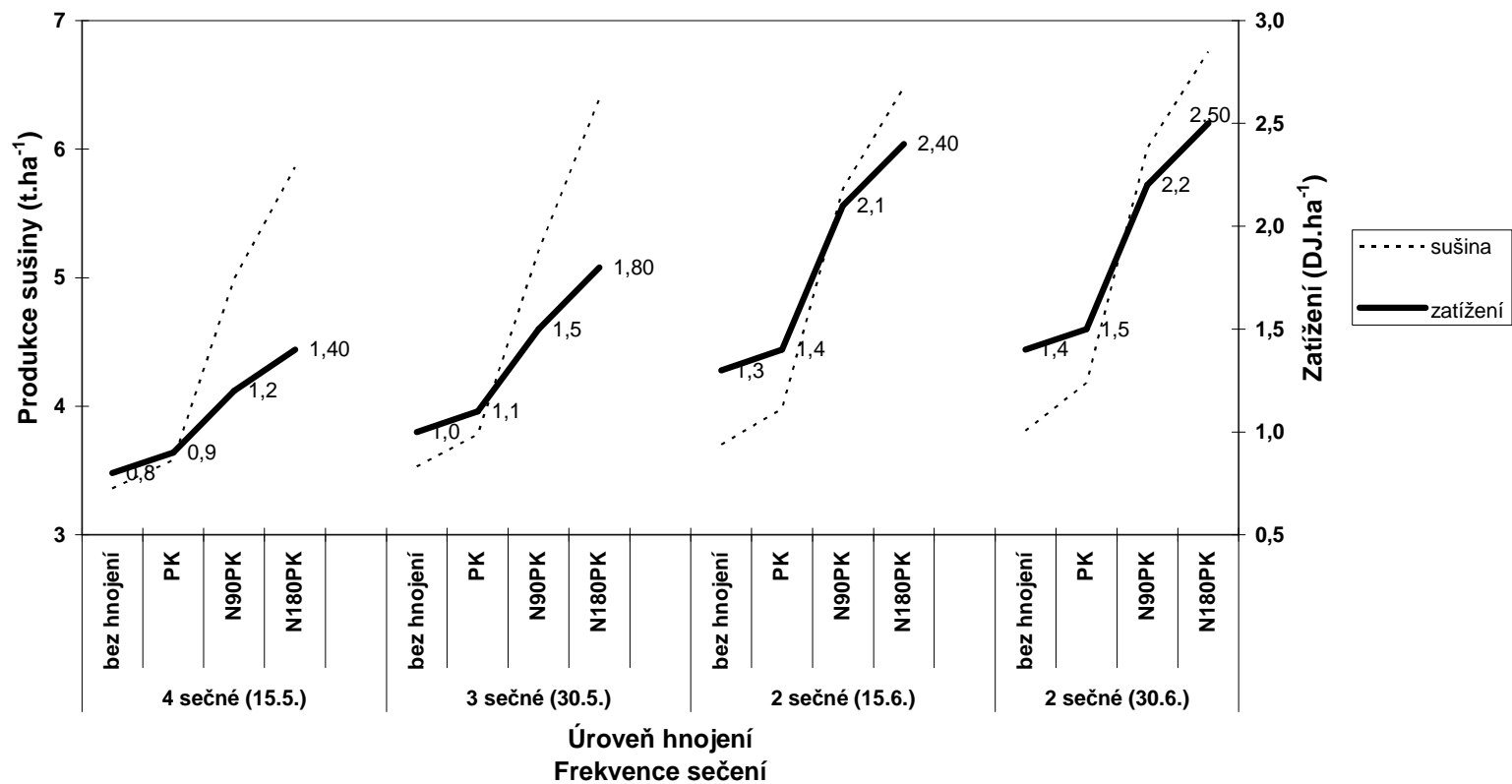
### Figure 6

Critical load by suckler cows necessary for conversion of fodder from differentiated systems of PG utilization

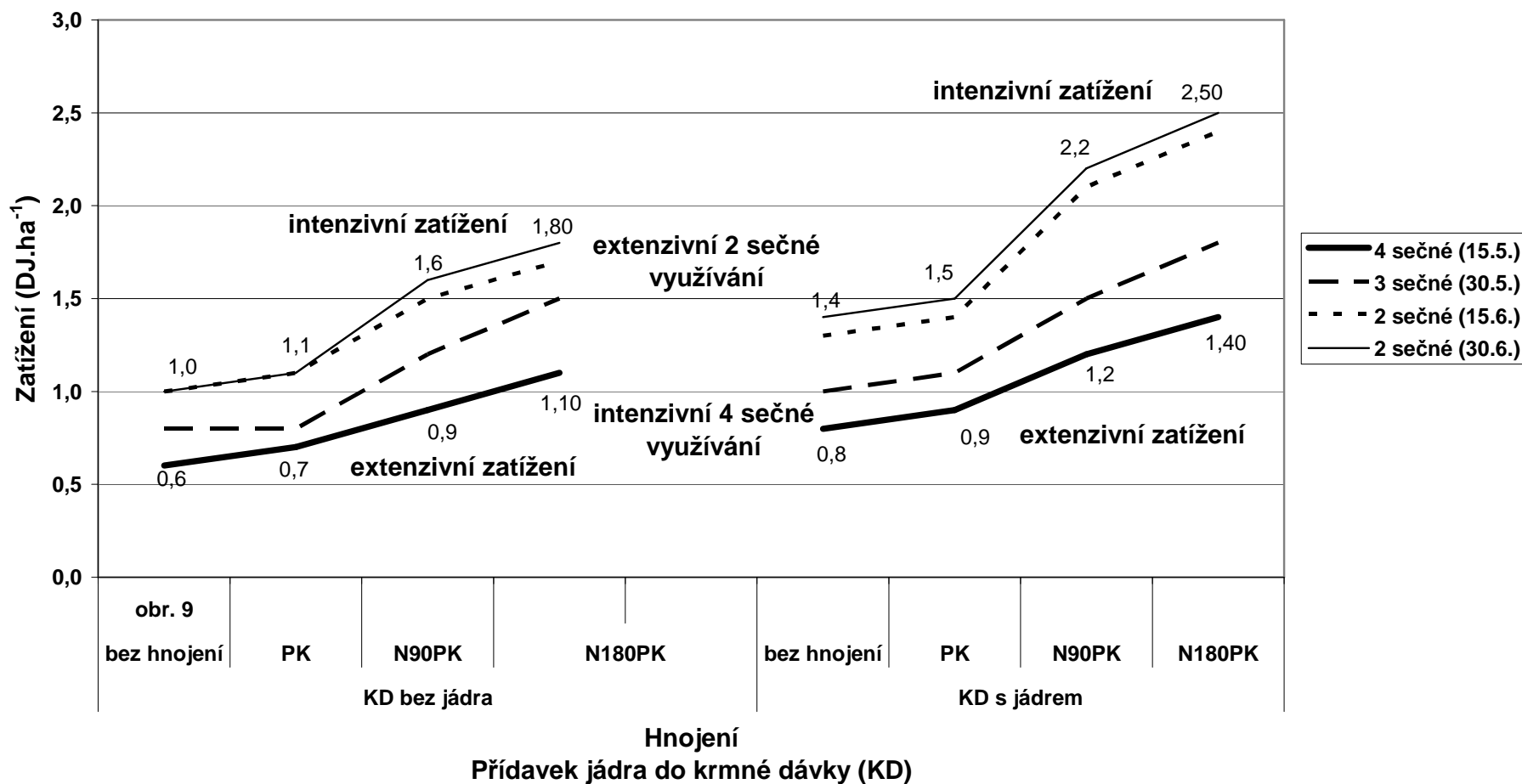
[*Notes to the Figures 4 – 6: Sušina = dry matter; zatížení = load; produkce sušiny = dry matter production; bez hnojení = zero fertilization; úroveň hnojení = fertilization level, frekvence sečení = cutting frequency; 2-sečné = 2 cuts; 3-sečné = 3 cuts; 4-sečné = 4 cuts; 15. 5. = 15<sup>th</sup> May; 30. 5. = 30<sup>th</sup> May; 15. 6. = 15<sup>th</sup> June; 30. 6. = 30<sup>th</sup> June; intenzivní/extenzivní využití TTP = intensive/extensive utilization of PG; KD bez jádra = feeding ration without grain addition; KD s jádrem = feeding ration with grain addition;*]



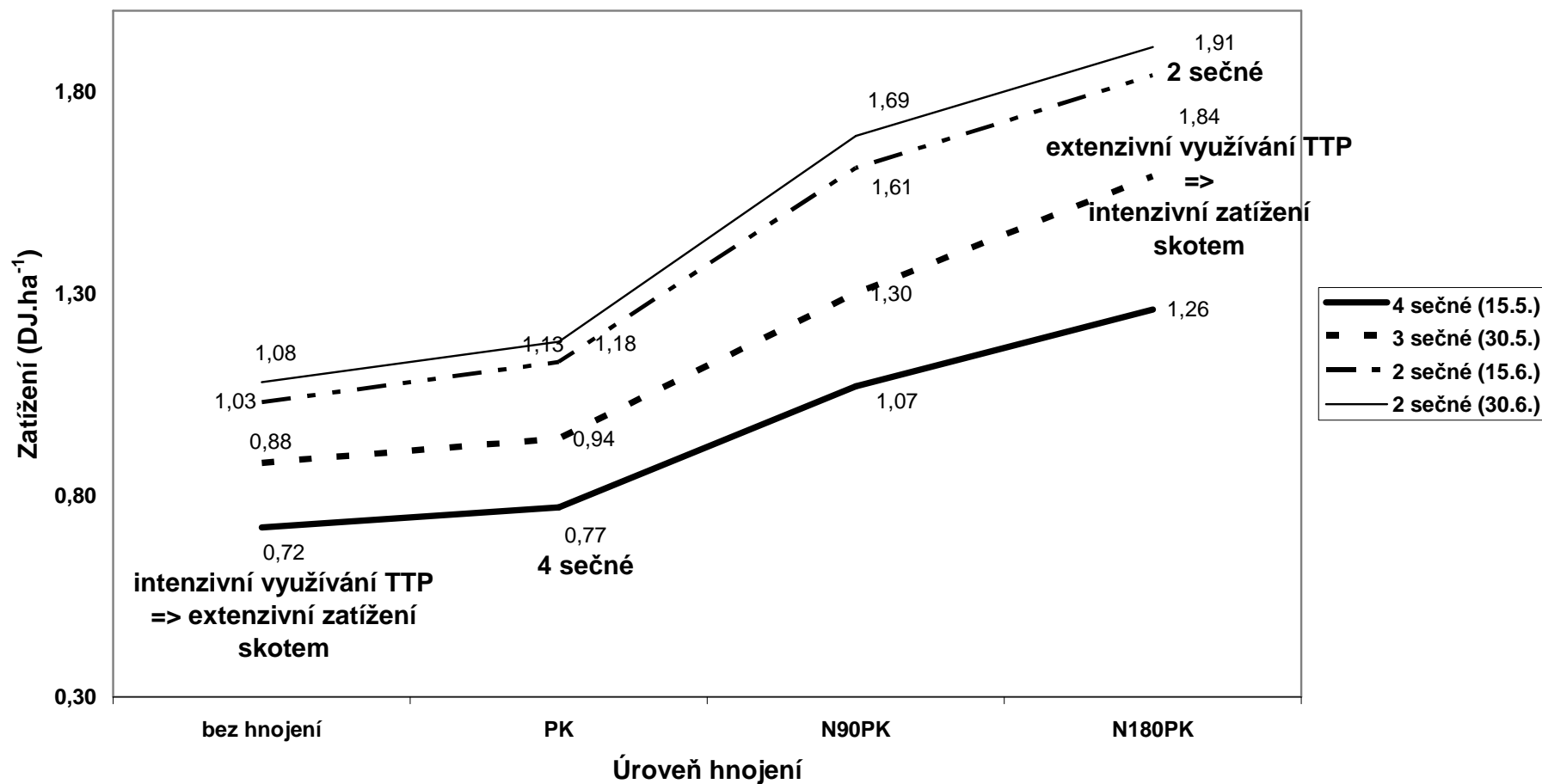
Obr. 4 Produkce sušiny při rozdílné úrovni hnojení a frekvenci sečení a kritické zatížení potřebné ke konverzi píce (dojnice, var. s jádrem)



Obr. 5 Kritické zatížení potřebné ke konverzi píce (dojnice, var. bez jádra vrs. s jádrem)



Obr. 6 Kritické zatížení skotem skotem BTPM potřebné ke konverzi píce vyrobené při diferencovaných systémech využívání TTP



## **Pasenie dojčiacich kráv a ich vplyv na zmeny botanického zloženia a výživnej hodnoty trvalého trávneho porastu**

### **Grazing with suckler cows and its effects on changes in botanical composition and nutritive value of grassland**

Jaroslav Golecký, Jana Martincová, Zuzana Dugátová

CVRV Piešťany, Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva (Grassland and Mountain Agriculture Research Institute), Mládežnícka 36, 974 21 Banská Bystrica, Slovakia, golecky@vutphp.sk

#### **Abstract**

Grazing has been showing its impact on the character of landscape and the biodiversity since the primeval times. The trial was carried out at Sebedín-Bečov site (altitude 420 – 500 m), near the town of Banská Bystrica. Extensive grassland grazing with suckler cows resulted in changed botanical composition of sward. The trial pasture area (9.199 ha; mesophilic grassland) was divided into seven paddocks representing two types of sward. The pasture comprised 35 plant species. At one part of the site (paddocks No. 1, 2 and 3) was dominated by tall grasses, mainly meadow fescue (*Festuca pratensis*), soft brome (*Bromus mollis*) and the sward in the paddocks was much damaged, showing barren soil. At the other part of the pasture site (paddocks No. 4, 5, 6 and 7) the sward was richer in species and the short ones dominated, e.g. crested dog's-tail grass (*Cynosurus cristatus*), perennial ryegrass (*Lolium perenne*), meadow grass (*Poa pratensis*), red fescue (*Festuca rubra*), bent grass (*Agrostis capillaris*), white clover (*Trifolium repens*). In the first year, the mean sward proportion of grasses was 41.5 %, of legumes 17.5 %, of herbs 28.5 % and of bare ground 12.5%, respectively. Over three grazing seasons, the proportion of grasses increased by 7 % and of legumes by 6 %, whereas the proportion of herbs decreased by 4.5 % and that of bare ground by 8.5 %. The herb proportion was dominated by yarrow (*Achillea millefolium*), mainly at the end of season, because animals were refusing it. Changes in the botanical composition have resulted in 5.9 – 10.2 % increase in the nutrients and energy content in sward, and consequently, the mean daily animal live-weight gains increased by 19.40 to 30.08 %.

**Keywords:** permanent grassland, biodiversity, suckler cows, nutritive value

#### **Úvod**

Možno to pri pohľade na dnešnú krajinu tak nevyzerá, ale pasenie bolo jedným z hlavných faktorov, ktoré utvárali prírodu. Pasenie a trvalé trávne porasty sú neoddeliteľne späté. Po stáročia sa vyvíjali spoločenstvá rastlín i živočíchov – rôzne biotopy, ktoré boli ovplyvnené okrem stanovištných podmienok najmä systémom ich využívania - pasením. Súčasný stav hospodárskych zvierat nie sú dostatočné na pokrytie a využívanie všetkých plôch TTP u nás. Preto sme v dnešnej dobe svedkami zarastania lúk a pasienkov, čo spôsobuje ich postupnú degradáciu. Táto fáza je spojená s výrazným znižovaním druhovej diverzity rastlín a živočíchov. Usmernené pasienkové využitie prispieva k jeho trvalo udržateľnej produkcii tak z produkčného, ako aj mimoprodukčného hľadiska. Viacerí autori (Novák, 2005, Isselstein, 2005, Pavlů *et al.*, 2005) uvádzajú, že najjednoduchším a najprirodzenejším spôsobom udržania trávnych porastov je pasenie. Keďže produkcia mlieka stagnuje je zo strany štátu snaha podporovať chov dojčiacich kráv s cieľom produkcie kvalitného

hovädzieho mäsa vo väzbe na trvalé trávne porasty. Využívanie trávnych porastov týmto spôsobom prispieva ku krajnotvorbe a k zachovaniu rázu krajiny v podhorských a horských oblastiach.

## **Materiál a metódy**

Pokus s dojčiacimi kravami sa uskutočnil na extenzívnom pasienku tvorenom poloprirodným trávny porastom. Pasienkový areál o celkovej výmere 9,199 ha sa nachádzal neďaleko Banskej Bystrici, región Severné Podpoľanie. Porast bol v minulosti využívaný na voľné pasenie jalovíc a oviec.

Do pokusu bolo zaradených 8 ks kráv slovenského strakatého plemena, s teľatami vo veku 2 - 3 mesiace. Teliat bolo 10 kusov, pričom jednu polovicu tvorili jalovičky a druhú býčky. Matky s teľatami boli celodenne pasené v oplôtkovom areáli, rozdeleného elektrickým ohradníkom na 7 oplôtkov, rotačným spôsobom s voľným prístupom k vode. Krmná dávka pozostávala len z pasienkového porastu. Prikrmovanie sa uskutočnilo iba v prechodnom období a v období sucha senom a d'atelinotravnou silážou (bez jadrovej zmesi). Počas pasienkovej sezóny boli zvieratá pravidelne (1x mesačne) vážené. 2x týždenne sa zisťovala úroda trávnej hmoty a zároveň boli odobraté vzorky na stanovenie obsahu živín a energie v poraste. V laboratóriu sme podľa STN 46 70 12 stanovili obsah sušiny, N-látok, vlákny, tuku, popola a minerálnych látok (Ca, P, Na a K). Na základe zisteného obsahu živín boli vypočítané základné ukazovatele výživnej a energetickej hodnoty porastu PDIE, PDIN, NEL, NEV a ME.

Floristické zloženie porastov bolo určované metódou redukovanej projektívnej dominancie (%) podľa Klappa (1965) 2x ročne - na začiatku a na konci pasienkovej sezóny.

Charakteristika pokusného stanovišťa

- nadmorská výška 420 – 500 m. n. m.
- svahovitosť pasienkov 1 –34 °
- expozícia severovýchodná

## **Výsledky a diskusia**

Extenzívne pasienkové využívanie porastov prostredníctvom kráv bez trhovej produkcie mlieka sprevádzali botanické zmeny v druhovom zložení jednak medzi jednotlivými rokmi ako aj medzi termínom spásania (jar, jeseň). V zastúpení agrobotanických skupín rastlín na pasienku dosiahli najvyšší podiel trávy 36 – 56 % (tabuľka 1). Zníženie podielu tráv na jeseň bolo spôsobené každoročným suchším obdobím počas leta, kedy trávy čiastočne ustúpili s porastu bôbovým a bylinám, ktorých mohutnejšia a hlbšia koreňová sústava sa dokázala lepšie prispôbiť daným podmienkam a vegetovať aj v tomto období. Medzi jednotlivými rokmi došlo postupne k zvýšeniu podielu tráv, čo pripisujeme pozitívnemu vplyvu pravidelného využívania (v každom roku 4 – 5 pasienkových cyklov + 1 x mulčovanie nedopaskov), pričom zvýšenie podielu tráv sa udialo na úkor bylín a prázdnych miest. Druhou skupinou s najvyšším podielom pokrývnosti boli byliny (19 – 31 %). Pri tejto skupine sme zaznamenali postupné znižovanie podielu s pribúdajúcimi rokmi, čo súviselo s horším prispôbovaním sa pravidelnému využívaniu. Ich podiel sa však zvyšoval v rámci každej sezóny smerom k jeseni. Treťou skupinou boli bôbovité (17 – 29 %), ktoré svoj podiel mierne zvýšili oproti prvému roku, ale zmeny medzi rokmi neboli výrazné. Väčšie zmeny sme zistili medzi jarným a jesenným sledovaním, kedy bôbovité zvyšovali svoj podiel smerom k jeseni. Prázdnych miest postupne s rokmi ubúdalo. Ich vysoký podiel v prvom roku bol spôsobený najmä nevhodným a nepravidelným pasením v predchádzajúcich rokoch (jednalo sa o voľné

pasenie závislé na svedomitosti pastiera), ale aj mimoriadne dlhým suchým obdobím prvom pokusnom roku, kedy v období od tretej dekády júla až do konca septembra spadlo len 40 mm zrážok. Najmä na jeseň v prvej pasienkovej sezóne dosahovala pokryvnosť obnaženej pôdy miestami až 40 %. Práve na týchto miestach sme pozorovali neskôr zvýšený výskyt burinných druhov. V druhom a treťom roku sme prázdne miesta zaznamenali už len na miestach odpočinku zvierat (pod stromami), okolo napájačiek, vo vchodoch do jednotlivých oplôtkov. Niekde sme zistili prázdne miesta aj na strmších svahoch (nad 25°) ktoré vznikli narušením mačiny a odkrytím pôdneho profilu vplyvom ušľapávania zvieratami najmä počas daždivého počasia. Takýchto miest však nebolo veľa a tvorili maximálne 4 % z celkovej plochy. Štatistickú preukaznosť sme zistili len pri znížení podielu prázdnych miest.

**Tabuľka 1.** Zloženie porastu podľa agrobotanických skupín (%)  
**Table 1** Composition of sward according to agrobotanical groups (%)

Pasienková sezóna <sup>1</sup>	Trávy <sup>2</sup>		Bôbovité <sup>3</sup>		Byliny <sup>4</sup>		Prázdne miesta <sup>5</sup>	
	Jar <sup>6</sup>	Jeseň <sup>7</sup>	Jar <sup>6</sup>	Jeseň <sup>7</sup>	Jar <sup>6</sup>	Jeseň <sup>7</sup>	Jar <sup>6</sup>	Jeseň <sup>7</sup>
1.	47	36	17	18	26	31	10	15
2.	52	40	17	29	23	26	8	5
3.	56	41	20	27	21	28	3	4
x	52	39	18	25	23	28	7	8
Tukey	-	-	-	-	-	-	+	+

<sup>1</sup> grazing season, <sup>2</sup> grasses, <sup>3</sup> legumes, <sup>4</sup> other herbs, <sup>5</sup> bare ground, <sup>6</sup> spring, <sup>7</sup> autumn  
 Tukey HSD test: - nepreukazné (not significant); + preukazné P < 0,05 (significant)

Samotný porast bol druhovo pestrý – zistili sme až 35 rastlinných druhov. Čo sa týka jednotlivých oplôtkov, boli tvorené dvomi typmi porastov. V oplôtkoch 1-3 prevládalo spoločenstvo vzrastných tráv s dominanciou *Festuca pratensis* a *Bromus mollis*, kde bolo vyššie zaburinenie a to hlavne na miestach zvýšeného pobytu zvierat, s vyskytujúcimi sa druhmi *Elytrigia repens*, *Anthriscus sylvestris*, *Capsella bursa pastoris*. Naopak v oplôtkoch 4 – 7 prevládal nízko bylinný typ spoločenstva s prevládajúcimi druhmi: *Lolium perenne*, *Cynosurus cristatus*, *Agrostis capillaris*, *Poa pratensis*, *Trifolium pratense*. Porast na základe druhového zloženia môžeme zaradiť do asociácie *Festuco-Cynosuretum cristati* a *Lolio-Cynosuretum cristati*.

Počas troch rokov došlo ku zmene floristického zloženia. Zmeny vo floristickom zložení viedli k vývoju kvality trávneho porastu. Dlhodobý vplyv pasenia pozitívne vplýval na produkčnú schopnosť porastu – na jeseň v poslednom roku bol porast vhodný na intenzívne využívanie. Podiel hodnotných druhov sa zvýšil už na jar v druhom roku. S výnimkou poklesu na jeseň v roku 2003 sa kvalita porastu zvýšila – menej hodnotný trávny porast sa zmenil na hodnotný až veľmi hodnotný. Znížil sa výskyt toxického *Allium oleraceum*, *Hypericum perforatum*, bezcennej *Carex sp.*, *Urtica dioica*, málohodnotnej *Stellaria graminea*, *Cerastium holosteoides* a stúpol podiel vysokohodnotných druhov *Lolium perenne*, *Trifolium repens*, *Poa pratensis* a produkčných druhov s výbornou kvalitou krmu a ostatnými krmovinárskymi vlastnosťami *Festuca rubra*, *Lotus corniculatus*, *Dactylis glomerata*, *Trifolium pratense*.

So zmenou floristického zloženia sa menil aj obsah živín v poraste (Tabuľka 2). Zvýšenie podielu bôbovítých a hodnotnejších druhov tráv sa pozitívne odzrkadlilo na zvýšení obsahu živín. Obsah dusíkatých látok v poraste stúpol o 6,7 resp. 10,2 %. Obsah energie o 5,9 až 9,2 %. Zmeny výživnej hodnoty boli štatisticky nepreukazné.

**Tabuľka 2.** Výživná hodnota porastu**Table 2** Nutritive value of sward

Pasienková sezóna <sup>1</sup>	Suš. v pôv. hmote <sup>2</sup> (g.kg <sup>-1</sup> )	N-látky <sup>3</sup> (g.kg <sup>-1</sup> )	PDI <sup>4</sup> (g.kg <sup>-1</sup> )	ME <sup>5</sup> (MJ. kg <sup>-1</sup> )	NEL <sup>6</sup> (MJ. kg <sup>-1</sup> )	NEV <sup>7</sup> (MJ. kg <sup>-1</sup> )
1.	239,06	134,5	80,7	9,20	5,39	5,20
2.	221,73	138,5	82,9	9,53	5,46	5,39
3.	226,65	148,2	86,1	9,74	5,78	5,68
x	229,15	140,4	83,2	9,49	5,54	5,42
Rozdiel <sup>8</sup>	- 4,15	+ 10,2	+ 6,7	+ 5,9	+ 7,2	+ 9,2
Tukey	-	-	-	-	-	-

<sup>1</sup> gazing season, <sup>2</sup> DM in original mass, <sup>3</sup> N-matters, <sup>4</sup> PDI – digested in the small intestine, <sup>5</sup> ME - metabolisable energy, <sup>6</sup> NEL – net energy for lactation, <sup>7</sup> NEV – net energy for fattening, <sup>8</sup> difference

Cieľom chovu kráv bez trhovej produkcie mlieka je jatočné teľa. Z tohto aspektu najdôležitejším ukazovateľom je priemerný denný prírastok teliat, pretože ten rozhoduje o hmotnosti na konci sezóny. V našom pokuse dosiahli všetky teľatá priemerný denný prírastok na kus 0,941 kg (tabuľka 3). Potvrdila sa lepšia rastová schopnosť býčkov (štatisticky preukazne) ktoré dosiahli v priemere o 0,116 kg.kus<sup>-1</sup>.deň<sup>-1</sup> viac ako jalovičky. Prejavilo sa to aj na živej hmotnosti na konci pokusnej sezóny, kedy býčky dosiahli v priemere na kus 206,7 kg a jalovičky 189 kg. V priemerných denných prírastkoch boli zistené rozdiely aj medzi jednotlivými rokmi. Celkove bola tendencia zvyšovania prírastkov s postupom rokov, čo môžeme pripísať pozitívnym zmenám vo floristickom zložení ktoré spôsobili zlepšenie kvality pasienkového porastu. Rozdiel medzi priemernými dennými prírastkami v prvom a treťom pokusnom roku bol 0,265 kg pri býčkoch a 0,157 kg pri jalovičkách a bol štatisticky preukazný.

**Tabuľka 3.** Priemerná hmotnosť a denné prírastky**Table 3** Mean weight and daily gain of calves

Pasienková sezóna <sup>1</sup>	Hmotnosť jalovičiek <sup>2</sup> (kg)		Hmotnosť býčkov <sup>3</sup> (kg)		Priem.denný prírastok <sup>4</sup> (kg)	
	Jar <sup>5</sup>	Jeseň <sup>6</sup>	Jar <sup>5</sup>	Jeseň <sup>6</sup>	Jalovičky <sup>7</sup>	Býčky <sup>8</sup>
1.	82	198	86	212	0,808	0,881
2.	72	192	68	199	0,876	0,970
3.	73	177	87	209	0,965	1,146
x	75,7	189	80,3	206,7	0,883	0,999
Rozdiel <sup>9</sup>					+ 19,4 %	+ 30,08 %
Tukey	-	-	-	-	+	+

<sup>1</sup> gazing season, <sup>2</sup> weight of heifers, <sup>3</sup> weight of steers, <sup>4</sup> mean daily gain, <sup>5</sup> spring, <sup>6</sup> autumn, <sup>7</sup> heifers, <sup>8</sup> steers, <sup>9</sup> difference

## Záver

Rotačný spôsob spásania porastu dojčiacimi kravami pozitívne ovplyvnil druhové zloženie porastu. Na začiatku pasienkových sezón bola vyššia pokryvnosť tráv, ktorá ku koncu sezóny klesala a zvýšil sa podiel bôbovitých a bylín. Za 3 pokusné roky sa zvýšilo zastúpenie bôbovitých, najmä *Trifolium repens* a došlo aj ku zvýšeniu krmovínarsky hodnotnejším druhom tráv. Zaburinenie bolo vyššie na miestach zvýšeného pobytu zvierat, s najčastejšie sa

vyskytujúcimi druhmi *Elytrigia repens*, *Anthriscus sylvestris*, *Capsella bursa-pastoris*. Počas pokusného obdobia nedošlo k výpadku ani jedného rastlinného druhu. Zmena floristického zloženia sa prejavila na zvýšení výživnej hodnoty porastu a tá následne štatisticky preukazne na zvýšení priemerných denných prírastkov teliat.

## **Literatúra**

Novák J 2005. Celoročný pobyt zvierat na pasienkoch bez ustajnenia. Unpublished.

Katedra trávnych ekosystémov a kŕmnych plodín.

Isselstein J *et al* 2005. Agronomic aspects of biodiversity targeted managed of temperate grassland in Europe: A review. *Agronomy research* 3 (2):169-151

Pavlu V *et al* 2005. Vegetation changes after cessation of grazing management in the Jizerske Mountains (Czech republic). *Ann. Bot. Fennici*. 42: 343-349



## **Dynamika historických změn ve využívání krajiny ve vztahu k rozloze travních porostů na příkladu podhorské vesnice v Jizerských horách**

### **Dynamic of historical land use in relation to grassland area in example of an upland village in Jizera Mts.**

Jan Štrobach<sup>1</sup>, Vilém Pavlů<sup>1,2</sup>, Lenka Pavlů<sup>2</sup>, Jan Gaisler<sup>1</sup>, Jan Mikulka<sup>1</sup>, Šimon Supek<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i. ,Oddělení ekologie rostlin a herbologie, Výzkumná stanice travních ekosystémů Liberec (Crop Research Institute, Department of Plant Ecology and Weed Science, Grassland Research Station Liberec), Rolnická 6, CZ-460 11, Liberec, Czechia, strobach@vurv.cz

<sup>2</sup>Česká zemědělská univerzita, Fakulta životního prostředí, Katedra ekologie (Czech University of Life Sciences, Faculty of Environmental Sciences, Department of Ecology), Kamýcká 129, CZ-165 21, Czechia

#### **Abstract**

The dynamic of land use in relation to grassland management in the last four centuries was studied in the upland village Oldřichov v Hájích (Ullersdorf in German) in Central Europe. It is located in north-eastern part of the Jizera Mountains (Jizerské hory, Góry Izerskie, Isergebirge), Czech Republic. The background for specific study was historical, map of stabile cadastre (1843), and military airplane photos (1938, 2003) chronicle of village (number of animals). The first mention about this village was in an urbarium (urbar in German) in 1381. The inhabitants of this village worked as woodcutters however they kept also some cattle because the tax from grassland was paid. However the first record about the area of agricultural land is in 1651 and number of livestock was written down in 1654 because of list of taxis. The peak of arable land area was during the World War I when was shortage of foodstuff. However it decreased after Velvet revolution in the Czech Republic (1989) when re-structuralization of agricultural production occurred. At these times arable land was converted to grasslands but numbers of ruminants were dramatically reduced. Nowadays we have the same livestock loading as in 1651, but six time larger grassland area. It means that majority of grasslands is managed only because of state subsidies but not because of agricultural production. Remarkable is an enlargement of areas with the same cultivation with consequent loss of mosaic management and land homogenization. This process of historical land use is clearly visible from three selected historical events where the exact data available.

**Keywords:** historical management, arable land, aerial photographing, structure of land use

#### **Úvod**

V současné době se klade důraz zejména na mimoprodukční funkce trvalých travních porostů (TTP). Tento trend je předurčen nadbytkem travních porostů vzhledem k nízkým stavům hospodářských zvířat a změnou společné zemědělské politiky Evropské unie, která se zaměřuje zejména na snižování vstupů a zvyšování druhové diverzity v krajině. Značná část dotačních titulů na travní porosty je dnes vázána na agroenvironmentální opatření, která si kromě podpory zemědělských subjektů kladou za cíl zvyšování biologické rozmanitosti v krajině a snižování úniků látek kontaminujících prostředí.

Většina výzkumných projektů vázaných na TTP je v České republice prováděna na maloparcelkové úrovni. Jedná se například o studium vlivu hnojení, nebo o zjišťování účinku

mulčování, pastvy a různých frekvencí seče na druhovou skladbu, kvalitu píce a výnos porostu. Tyto studie jsou cenné pro zodpovězení otázek základního výzkumu, ale díky své finanční, ale i časové náročnosti nemohou postihnout širokou škálu stanovištních podmínek. Druhou alternativou, v České republice stále ještě poměrně nedocenenou, je provádění studií na krajinné úrovni. Ty, na rozdíl od maloparcelkových pokusů, umožňují získání odpovědi v poměrně krátkém časovém horizontu, protože mnohdy zaznamenáváme pouze dlouhodobý výsledek studovaného problému. Dále umožňují postihnout široké škály stanovištních podmínek například od nížin až do horských poloh, nebo postihnout široké škály podniků, dobře i hůře hospodařících.

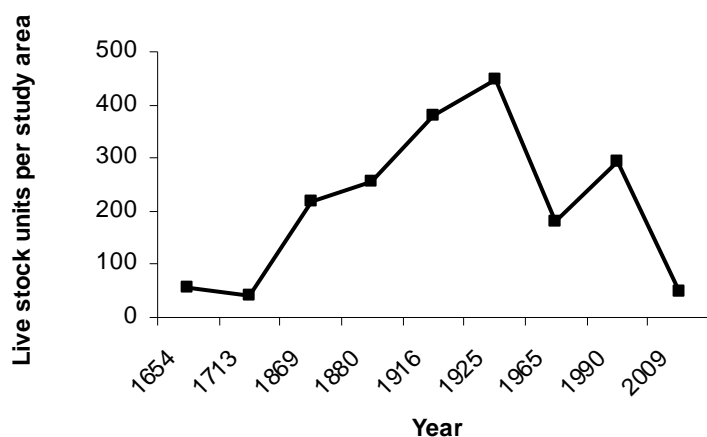
Součástí práce je rovněž historická analýza vývoje využití půdy na příkladu k. ú. obce Oldřichov v Hájích v podhůří Jizerských hor severně od Liberce. Sledování historického vývoje využití půdy bylo započato již rokem 1651 a končí r. 2006. Analýza je věnována proměnám ve výměrách hospodářsky využívaných ploch jako jsou pole, lesy, rozptýlená zeleň a TTP a zároveň nám poskytuje informace o historickém využití půdy v místě zhotovení fytoecologického snímku. V práci jsou zdůrazněny i socioekonomické vlivy, které se podílely na proměnách a formování dnešní krajiny.

## **Materiál a metody**

Jako historické podklady byly využity mapy I. vojenského mapování, mapy Stablního katastru a letecké snímky z let 1938, 1954, 1977, 1990, a 2001. Jako podklad pro zpracování I. vojenského mapování byl využit mapový list C012 z r. 1770. Povinné Císařské otisky - pro sledované území byl použit mapový list k. ú. Oldřichov v Hájích. Letecké měřičské snímky černobílé barvy v rozlišení 14  $\mu\text{m}$  byly získány ve Vojenském geografickém a hydrometeorologickém ústavu v Dobrušce. Pro k. ú. Oldřichov v Hájích jsou dostupné letecké snímky již z roku 1938 a 1954. Pro další sledování proměn v krajině byly využity snímky z let 1977, 1990 a 2001.

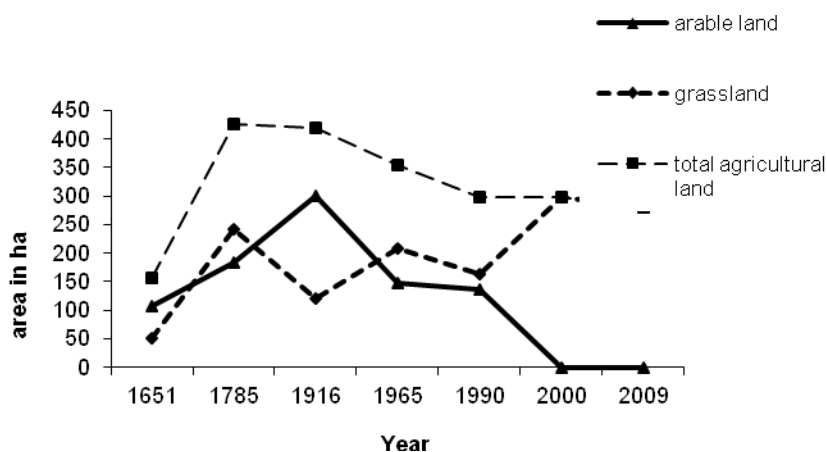
Informace o historii obhospodařování byly zjišťovány také ústně od hospodářů současně i v minulosti hospodařících, od pamětníků a ostatních místních obyvatel. Nejstarší údaje o historickém využití půdy a zastoupení trvalých travních porostů (TTP) v k. ú. Oldřichov v Hájích byly čerpány z Kroniky obce Oldřichova (Ressel 1933, Anonym 1988).

Z historického vývoje velikosti ploch TTP je důležitý vývoj stavů hospodářských zvířat, který souvisí s intenzitou obhospodařování v jednotlivých časových etapách. Pro názorný příklad vývoje stavu skotu byla použita historická data z oblasti k. ú. Oldřichov v Hájích (Ressel 1933, Anonym 1988). Počty zvířat v daném období byly přepočteny na velké dobytčí jednotky (VDJ). 1 VDJ = 500 kg živé hmotnosti zvířete.



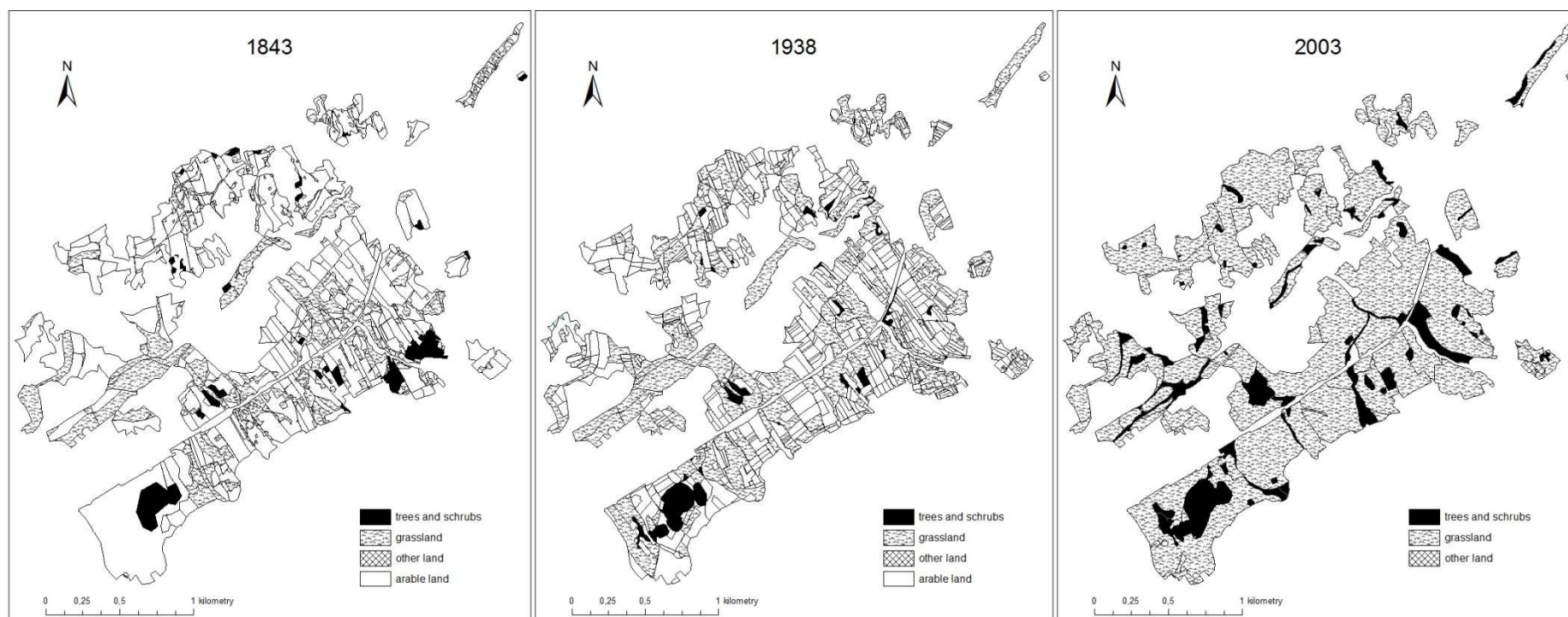
**Graf 1.** Historický vývoj zatížení dobytčími jednotkami (1DJ je 500 kg živé hmotnosti zvířat) v podhorské vesnici Oldřichov v Hájích

**Figure 1** Historical development of live stock units per study area (one unit is 500 kg live weight of animals) in the upland village Oldřichov v Hájích



**Graf 2.** Historický vývoj rozlohy zemědělské půdy, orné půdy a travních porostů v podhorské vesnici Oldřichov v Hájích

**Figure 2** Historical development of agricultural land, arable land and grassland in the upland village Oldřichov v Hájích



**Obrázek 1.** Historický vývoj využití krajiny vesnice Oldřichov v Hájích v roce 1843, 1938 a 2003  
**Figure 1** Historical land use in village Oldřichov v Hájích in 1843, 1938 a 2003

## Výsledky a diskuse

Nejnižší počet hospodářských zvířat byl zaznamenán v r. 1713 (41,2 VDJ), v r. 2009 (48 VDJ) a v roce 1654 (55,4 VDJ) (Graf 1). Historicky nejvyšší zastoupení hospodářských zvířat v krajině přepočtené na VDJ bylo zjištěno v letech 1916 (380 VDJ) a v r. 1925 (447 VDJ). Pokles byl zaznamenán v druhé polovině 20. stol. v r. 1965 (182 VDJ). Od tohoto období dochází opět k nárůstu, který vrcholí v r. 1990 (295 VDJ). Od kulminace v roce 1990 dochází k výraznému poklesu stavu, který v r. 2009 představuje pouhých 48 VDJ. V současné době stav skotu ve sledované oblasti klesl na minimum. Tento stav je srovnatelný s údaji ze 17. a počátku 18. stol, kdy počty skotu ve sledované oblasti byly nejnižší.

TTP podle dostupných zdrojů ve sledovaném období dosahovaly historického minima v r. 1654 (Graf 2). Záznam v Kronice obce Oldřichova se zmiňuje pouze o 50 ha TTP, které byly obyvateli obce využívány (Ressel 1933). V dalších záznamech mají plochy TTP stoupající charakter a to až do r. 1785, kdy se nám dochoval údaj o 242 ha (57 %) TTP. V r. 1843 (Obrázek 3) již TTP dosahovaly pouhých 86,6 ha (24,8 %), kdy na úkor TTP stoupají výměry orné půdy. Po konci 2. světové války v r. 1945 dochází pouze ke zvyšování výměry TTP, kdy historického maxima ve sledovaném období dosáhly v r. 1990 (298,5 ha – 89,1 %) a podobně v r. 2001 (289,9 ha – 86,5 %). Postupně se zvyšující plochy rozptýlené zeleně mají vliv na pozvolné snižování výměr TTP.

Orná půda byla historicky i ekonomicky nejvýznamnějším prvkem v krajině a díky tomu byla již od I. berní ruly zatížena daní, proto se nám dochovala souvislá řada dat o výměrách orné půdy již od r. 1654. Historicky nejvyšší výměry orné půdy byly zaznamenány v roce 1843 a v r. 1916, kdy zornění dosáhlo 70 %. To souviselo s postupnou intenzifikací zemědělské produkce zhruba od 30. leté války (Lipský 1996). K dalšímu výraznému nárůstu výměry orné půdy a TTP došlo po r. 1775 díky Císařskému patentu z r. 1775 (13. srpna), který stanovil, že roboty smí zabírat jen tři dny v týdnu, a že bude vyčíslena pevně stanovenou cenou, tj. že ji lze přeměnit na mírnou peněžní daň. Další uvolnění robotní povinnosti nastalo tzv. Sobotním patentem ze 4. září 1775, který nechal poddaným volbu, zda chtějí dodržet "staré zvyklosti", nebo zvolí navržený druh roboty (Ressel 1933). Díky zmírněným robotním podmínkám došlo i ve sledovaném území ke zvýšení rozlohy obhospodařované půdy. Důvodem bylo, že rolníci měli více času na obhospodařování svých polí. Pusté osedlosti byly postupně znovu osidlovány sedláky a chalupníky, zarostlé a pustnoucí pozemky se znovu vracely k zemědělskému využívání.

Přesun různě obhospodařovaných ploch se v 18. století odehrával převážně uvnitř zemědělské půdy na úkor úhorů a pastvin (Lipský 1996), jelikož v letech 1768 – 1770 byly vydány pastevní patenty, kterými se měly zrušit obecní pastviny a nahradit je ornou půdou a loukami drženy individuálně. Rovněž byla zakázána lesní pastva (Hejzman et Pavlů 2006).

V období meziválečném bylo území rozděleno na mozaikovitou krajinu drobných polních celků dělených mezemi. Podle výsledků digitalizace leteckých snímků z r. 1938 (Obrázek 1) ve sledovaném území zcela chyběly výraznější plochy vzrostlých dřevin podél vodních toků nebo volně v prostoru rostoucích solitérů, které jsou uváděny Lipským (2000), jako charakteristická podoba venkovské krajiny 1. pol. 20. stol. Podle výsledků digitalizace leteckých snímků z r. 1938 byl ráz mozaikovitého členění krajiny zachován až do konce 1. poloviny 20. století.

Výrazné proměny ve struktuře sledovaného území byly zaznamenány až ve 2. polovině 20. stol. Podle výsledků digitalizace leteckých snímků z r. 1954 byl ve sledované oblasti téměř vyrovnaný podíl orné půdy a trvalých travních porostů. Podle pamětníků se v řadě případů jednalo o pozemky vystavené sukcesi, zarůstající pionýrskými druhy dřevin, které podle dostupných historických podkladů nešlo od TTP přesněji odlišit. Tyto pozemky po odsunu německého obyvatelstva v r. 1946 nebyly až do r. 1950 zemědělsky využívány. V obci v r.

1925 žilo 200 obyvatel, z nichž pouze 9 obyvatel se hlásilo k české národnosti (Ressel 1933). Proto odsun německého obyvatelstva způsobil tak zásadní změny.

Počátkem 2. pol. 20. stol. došlo v rámci republiky k první etapě změn socialistické kolektivizace charakteristické rozoráváním mezi a slučováním pozemků (Lipský 2000). V r. 1950 bylo v oblasti založeno jednotné zemědělské družstvo (Anonym 1988). Tato skutečnost je patrná v r. 1954, kde není již tak zřejmá mozaikovitá struktura krajiny. Výsledky z r. 1954 ukazují výrazné scelování pozemků, ale naopak dochází k postupnému nárůstu ploch rozptýlené zeleně především na méně přístupných lokalitách, které byly v předešlém časovém období zcela běžně obdělávány.

K patrnému zvýšení podílu TTP došlo podle výsledků v oblasti po roce 1970, který se stal přelomovým mezníkem ve způsobu hospodaření v krajině. Tento vývoj je zcela odlišný od celorepublikového trendu, který podle Lipského (1992) představoval úbytek TTP, odvodnění a rozorání mnoha luk v údolních nivách, likvidace většiny stabilizačních prvků v zemědělské krajině apod. (Isselstein et al. 2005). Podle našich výsledků došlo právě naopak ke zvýšení podílu TTP, ale zásadně se změnil charakter jejich obhospodařování, vyznačující se vysokou intenzifikací (hnojení, vápnění, obnovy TTP, meliorace).

## **Záver**

TTP v současnosti ve sledované oblasti dosáhly historického maxima (Obrázek 1), ale většina ploch je bez pícninářského využití vzhledem k nízkému stavu skotu, který v současnosti podle výsledků historického vývoje stavu skotu dosáhl téměř historického minima. Tento nepoměr TTP a herbivorů v krajině za dobu sledování tedy od r. 1654 nebyl v takové míře zaznamenán. Proto je nutné hledat nové cesty, které by napomohly navrátit TTP k pícninářskému, nebo jinému využití a které by byly v souladu s cíli ochrany přírody a krajiny.

## **Poděkování**

Práce byla podpořena projekty MZe ČR ( 0002700604), MŽP ČR (VaV SP/2D3/179/07) a ESF (MŠMT CZ.1.07/2.3.00/30.0040).

## **Literatúra**

Anonym (1988) Kronika obce Oldřichova v Hájích (1945-1988).

Ressel A (1933) Kronika obce Oldřichova v Hájích (1600-1933).

Isselstein J *et al* (2005) Agronomic aspects of biodiversity targeted management of temperate grasslands in Europe—A review. *Agronomy Research*, 3: 139–151.

Lipský Z (1996) Historical development of the Czech rural landscape used to its present ecological stabilization. *Ekologia*, 18: 31–38.

Lipský Z (2000) Sledování změn v kulturní krajině. ČZU, Praha.

Hejzman M, Pavlů V (2006) Historie pastevního obhospodařování, In: Pavlů *et al* [eds.], Pastva jako prostředek údržby trvalých travních porostů v chráněných územích, VÚRV Praha, pp. 7-9.

## Vplyv organizovaného pasenia jahniat na vývoj trávneho porastu

### Effects of organised lamb grazing on grassland development

Miroslav Polák, Mariana Jančová

CVRV - Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva (Grassland and Mountain Agriculture Research Institute), Mládežnícka 36, 974 21 Banská Bystrica, Slovakia, polak@vutphp.sk

#### Abstract

Over two grazing seasons, effects of rotational paddock grazing with lambs on grassland development and condition of sward. Mean dry mater yield was 1.09 t ha<sup>-1</sup> at semi-natural grassland during the research period. Mean live-weight gains were 93 g head<sup>-1</sup> at lambs in the 1<sup>st</sup> grazing season and 100 g head<sup>-1</sup> at lambs in the 2<sup>nd</sup> grazing season. A total sward damage was not observed at the area grazed by the animals. A notable devastation of soil was found at the places with high frequency of animal walks or stays resulting in the soil eutrophication. Consequently, such land spots were overgrown by a range of nitrophilous herbs and grasses.

**Keywords:** lamb grazing, grassland development, botanical composition, eutrophication of soil

#### Úvod

V podhorských a horských oblastiach je v súvislosti so stúpajúcou nadmorskou výškou územia popri poľných kultúrach čoraz častejšie sa vyskytujúcou kultúrou trávny (či už vo forme lúk alebo pasienkov) a lesný porast. Tieto kultúry, resp. typy vegetačného krytu, plnia popri rozličnej intenzite produkcie biomasy v krajine aj funkciu protieróznej ochrany pôdy (Midriak, 2001). Isselstein *et al.* (2005) považuje ich pastevné využitie za najjednoduchší a najprirodzenejší spôsob ich udržiavania. Usmernené pastevné využitie prispieva k trvalo udržateľnej produkcii trávnych porastov tak z produkčného, ako aj mimoprodukčného hľadiska a vyžaduje komplexné poznanie produkčnej účinnosti pasienkov, ako aj pôsobenia tohto systému obhospodarovania na celkovú krajinotvorbu a ekologickú stabilitu územia.

#### Materiál a metódy

Pokusné práce sme realizovali na výskumnej báze VÚTPHP Banská Bystrica v lokalite Radvaň. Stanovište je zaradené do klimateckej oblasti mierne teplej s dlhodobým priemerom ročnej teploty 7-8 °C a priemerným úhrnom ročných zrážok 852 mm. Pokusné plochy sa nachádzajú v nadmorskej výške 420-480 m. Pôdny typ je kambizem, pôdny druh hlinitá až hlinito-piesočnatá pôda. Pôdna reakcia je slabo kyslá, s vysokým obsahom humusu vo vrstve pôdy 0-200 mm, s veľmi nízkym obsahom fosforu, dobrým až veľmi dobrým obsahom draslíka a horčíka.

Do pokusu sme zaradili jahňatá plemena Cigája určené na ďalší chov (30 ks jahničiek a 30 ks barančekov). Zvieratá boli v priebehu dvoch rokov celosezónne pasené rotačným oplôtkovým systémom bez prístrešku s voľným prístupom k vode. Výživa bola zabezpečená pasením s príjmom paše *ad libitum*, doplnená o minerálne lizy. Jahňatá mali k dispozícii navyše jadrovú krmnu zmes v dávke 200 g.kus<sup>-1</sup>.deň<sup>-1</sup>.

Pri hodnotení floristického zloženia porastov v jednotlivých oplôtkoch začiatkom a koncom vegetačnej sezóny sme použili metódu projektívnej dominancie (hodnotenie pokryvnosti prázdnych miest a agrobotanických skupín). Vplyv pasenia zvierat na trávny porast sme sledovali v priebehu celej pasienkovej sezóny na celej ploche pasienka s dôrazom na výberové správanie zvierat pri spásaní porastu, jeho hustotu a výskyt prázdnych miest. Vplyv pasenia zvierat na pôdu a mačinu sme sledovali v priebehu pokusného obdobia na celej spásanej ploche, pričom sme celoplošne hodnotili rozsah a spôsob narušenia porastu a celistvosti mačiny. Vplyv zvierat na dreviny sme zisťovali adspekciou a porovnaním fotografických snímok solitérnych drevín alebo ich zoskupení získaných na začiatku a na konci pokusného obdobia. Na sledovanie boli vybratí zástupcovia najrozšírenejších druhov drevín v pokusnej lokalite.

## Výsledky a diskusia

Trvalé trávne porasty poskytovali za sledované dvojročné obdobie v priemere  $3,04 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  zelenej hmoty, čo predstavovalo  $1,09 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  sušiny. Narastanie úrody bolo v priebehu sezóny veľmi nerovnomerné. V prvom pasienkovom cykle dosiahla priemerná úroda za sledované obdobie  $1,71 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  sušiny, čo tvorilo 37,04 % celoročnej úrody. Najnižšie úrody dosiahol porast v poslednom pasienkovom cykle. Zaťaženie pasienka sme preto v jednotlivých cykloch prispôbovali s ohľadom na pokles produkcie paše a zvyšovanie priemernej živej hmotnosti pasených zvierat, s ktorou sa úmerne zvyšovali aj ich nároky na príjem krmív. Vzhľadom na to sme s postupujúcimi cyklami pasenia zaťaženie plôch znižovali. Najvyššie zaťaženie sme zabezpečili v prvom cykle pasenia ( $0,83 \text{ DJ} \cdot \text{ha}^{-1}$  v prvom a  $1,19 \text{ DJ} \cdot \text{ha}^{-1}$  v druhom roku pasenia).

U jahniat sme zaznamenali v prvom roku nižšie priemerné denné prírastky u jahničiek ( $84 \text{ g} \cdot \text{ks}^{-1}$ ) aj barančekov ( $103 \text{ g} \cdot \text{ks}^{-1}$ ), ako nasledujúci rok ( $95 \text{ g} \cdot \text{ks}^{-1}$  u jahničiek a  $106 \text{ g} \cdot \text{ks}^{-1}$  u barančekov). Celkový prírastok za sezónu bol v druhom roku ovplyvnený poklesom prírastkov zvierat v druhom pasienkovom cykle následkom zdravotných komplikácií zapríčinených inváziou parazitických červov.

Floristické zloženie porastov sme hodnotili v jednotlivých oplôtkoch začiatkom mája a koncom vegetačnej sezóny. Väčšinu porastov v oplôtkoch bolo možné zaradiť na základe ich druhového zloženia do zväzu *Carduo-Brachypodium pinnati* triedy *Festuco-Brometea*, kde sú zaradené subxerofilné travino-bylinné porasty na vápencoch. Ide o druhovo bohaté, v súčasnosti silne ustupujúce rastlinné spoločenstvá, ktorých hospodárske vlastnosti sú málo známe. Priamy vplyv zvierat na zloženie trávneho porastu sa prejavoval selektívnosťou požierania kultúrnych druhov tráv (*Festuca rubra*, *Festuca pratensis*, *Lolium perenne*, *Poa pratensis*) a ostatných pasienkových bylín v mladšom fenologickom štádiu. Okrem floristického zloženia porastov sme v jednotlivých oplôtkoch na začiatku a na konci vegetačnej sezóny hodnotili aj pokryvnosť drevín, burinných druhov a stupeň poškodenia pôdy a mačiny vplyvom pasenia zvierat.

V oplôtkoch dosahovala pokryvnosť drevín 4 % plochy. Öckinger *et al.* (2006) uvádzajú znižovanie početnosti rastlinných druhov pri náraste pokryvnosti stromov a kríkov na málo využívaných alebo opustených trávnych porastoch, ktoré je možné následne zúrodniť len do istej miery postupu sekundárnej sukcesie. Pri našich sledovaniach reprezentovali dreviny najmä *Juniperus communis*, *Rosa* sp., *Crataegus* sp. a *Pinus sylvestris*. Vplyv zvierat na charakter rastu a formovanie tvaru bol zanedbateľný pri solitérne rastúcich drevinách, pri ktorých nedochádzalo k častému zdržiavaniu zvierat. Tieto sporadicky realizovali trofické správanie v súvislosti s konzumáciou olistenia mladých výhonkov stromov a kríkov (*Carpinus* spp., *Rosa* spp., *Crataegus*, *Prunus spinosa* v menšej miere i *Juniperus communis*).



Prednostne u kríkov s menším vzrastom bol ich rast v dolných častiach kmeňov týmto spôsobom obmedzovaný v rozkonárovaní horizontálnym smerom. Dlhodobým pôsobením zvierat sa udržoval tvar týchto kríkov v nezmenenej podobe a na konci pasienkovej sezóny bol tvar kríkov identický s jarným obdobím. Pri drevinách s vyšším vzrastom formovali jahňatá likvidáciou spodných výhonkov hríbovitý tvar koruny, ktorá bola v spodnej časti zarovnaná až do výšky dosahu zvierat 0,6-0,7 m. V najväčšej miere odolávala pôsobeniu jahniat trnka obyčajná, ktorá je druhom s rýchlou dynamikou rozrastania v horizontálnom smere. Aj rozširovaniu jej zoskupení však boli jahňatá schopné zabrániť likvidáciou mladých jedincov a výhonkov v prízemnej časti. Výraznejší vplyv sa prejavil pri zoskupeniach stromov s častejším zdržiavaním zvierat, u ktorých poškodzovali kmene do výšky 0,5-0,6 m. Zaburinenie pasienkov malo v druhom roku pomerne nízku úroveň. V jednotlivých oplôtkoch dosahovala pokryvnosť burinných druhov 1-4 % z celkovej plochy. K rozširovaniu burinných druhov dochádzalo najmä na miestach, kde v dôsledku prechodu zvierat alebo silného udupávania došlo k odkrytiu pôdneho povrchu a tiež na miestach oddychu zvierat (tiež väčších kríkov a stromov), kde bola pôda silne udupaná a obohatená výkalmi zvierat. Najčastejšími burinami na miestach s obnaženým pôdnym povrchom boli *Cirsium eriophorum*, *Cirsium arvense*, *Carduus acanthoides* a *Urtica dioica*, zatiaľ čo na živinami obohatených ležoviskách zvierat to boli najmä 1-2 ročné buriny (*Poa annua*, *Stellaria media*, *Anagalis arvensis*, *Capsella bursa-pastoris*, *Geranium columbinum*, *Lamium purpureum*, *Elytrigia repens*), medzi ktorými sa nachádzali niektoré krmovinársky hodnotné druhy (*Festuca pratensis*, *Lolium perenne*, *Trisetum flavescens*). Bullock *at al.* (2007) zistil zvyšovanie diverzity rastlinných spoločenstiev pri ich využívaní pasiením zvierat, pričom ich extenzívne spásanie smeruje k redukcii dominance silne konkurenčných druhov. Ku poškodeniu mačiny a obnažovaniu pôdneho povrchu dochádzalo hlavne na miestach so zvýšeným pohybom zvierat, ako boli vchody do oplôtkov a okolie napájadiel, kde sa vyskytovali rozsiahlejšie plochy bez vegetačného krytu, vystavené nebezpečenstvu vodnej erózie v období dlhotrvajúcich alebo prívalových dažďov. Pasením zvierat boli na základe našich pozorovaní vo zvýšenej miere ohrozované aj strmé svahy (25-35°), na ktorých pôsobením ratic dochádzalo ku odtrhávaniu mačiny a odkrývaniu pôdy v horizontálnom smere (náznaky tvorby prtí). V októbri druhého roku pasenia dosahovala pokryvnosť obnaženej pôdy na strmých svahoch až 40-45 %. Mulholland a Fullen (1991) zistili, že okrem rozrušenia mačiny paznechtami zvierat dochádza i ku zvýšeniu jej objemovej hmotnosti, pričom chôdza zvierat vytvára veľmi zhutnenú vrstvu pôdy v hĺbke 0,07-0,11 m.

## Záver

Stabilizáciu druhového zloženia trávnych porastov obmedzením dynamiky rozvoja burinných druhov možno dosiahnuť pri optimálnom zaťažení spásaných plôch, ktoré umožňuje nielen dostatočnú prírastkovú schopnosť zvierat, ale je zároveň aj predpokladom pre šetrné využitie produkcie trávnych porastov. Pasienkové využitie v porovnaní s lúčnym minimalizuje vstupy mechanizácie do porastu a zabezpečuje hnojenie hospodárskymi hnojivami bez nutnosti zvyšovania intenzity používania priemyselných hnojív.

Organizované pasenie jahniat navyše umožňuje efektívnym spôsobom využívať hospodársku produkciu trávnych porastov pri súčasnom udržiavaní ekologickej stability krajiny, čo prispieva k trvalo udržateľnému rozvoju podhorských a horských regiónov. Narušenie ekostability pasienkových areálov vplyvom pasenia prežúvavcov je, pri správnej organizácii práce a uplatňovaní správnych postupov, možné eliminovať na minimálnu mieru. Poškodzovanie celistvosti trávnej mačiny alebo zmeny floristického zloženia porastov je možné optimálnym zaťažením plôch zvieratami a technikou pastvy regulovať v intenciách

prijateľných pre adekvátnu reverzibilnosť spôsobených zmien.

## Literatúra

Bullock J. M *et al* (2007) Long-term enhancement of agricultural production by restoration of biodiversity. In. *J. App. Ecol.* 44: 6-12.

Isselstein J *et al* (2005) Agronomic aspects of biodiversity targeted management of temperate grasslands in Europe - A review. In. *Agronomy Researcher*, 3 (2): 139-151.

Midriak R (2001) Erózne ohrozenie lesa, trávnych porastov a poľných kultúr v podhorských a horských oblastiach. In *Využívanie TP v podhorských a horských oblastiach, tvorba krajiny a ochrana životného prostredia*. Banská Bystrica: VÚTPHP, 2001: 14-22.

Mulholland B and Fullen F.A (1991) Cattle trampling and soil compaction on loamy sands. In *Soil use and management*, 7 (4): 189-193.

Öckinger E *et al* (2006) Effects of grassland abandonment, restoration and management on old butterflies and vascular plants. In *Biological conservation*. 133 (3): 291-300.

# **Influence of farmyard manure on micro and macroelements content of the meadow soil**

Piotr Kacorzyk, Mirosław Kasperczyk, Joanna Szkutnik

Institute of Plant Production – Department of Grassland Management, University of Agriculture in Krakow, Al. Mickiewicza 21, 21-130 Krakow, Poland,  
p.kacorzyk@ur.krakow.pl

## **Abstract**

This paper presents results of the effect of farmyard manure fertilization and mineral fertilization after three years of use on the content in the soil: phosphorus, potassium, calcium, magnesium, iron, zinc, copper and manganese. Soil from object fertilized of 10 t ha<sup>-1</sup> of farmyard manure had the smallest amount of this mineral components, the biggest content was in object receiving twice dose of this fertilizer. Reducing of micro and macroelements content between those objects in the case of iron was - 21%, zinc - 25%, potassium - 29% phosphorus – 35%, magnesium - 36%, manganese - 49%, copper - 61%, and calcium - 64%. The soil fertilized with mineral fertilizers (PKN) had intermediate values between of the smallest and the largest content. In all fertilizer objects soil content of chemical components was higher than the control object except contents of P and K.

**Keywords:** soil, macroelements, microelements, meadow

## **Introduction**

Soil is a three-state system and all the processes which occurring inside soil have the impact on its quality and depend on each other (Suwara 2010). Chemical properties of meadow soil depend on the physical properties, floristic composition and type and dose of fertilizer (Mazur *et al.* 1989). The organic fertilizers such as farmyard manure, liquid manure, slurry introduce into the soil not only the basic components of fertilizer (PKN), but also many other components necessary or unnecessary for plant growth (Mazur *et al.* 1989). Basic fertilization such as nitrogen, phosphorus and potassium affect on concentrations these components in the soil, but also change the floristic composition and distribution of root system, contributes to the mobilization and movement of other macro and micronutrients from the deeper layers of soil to the humus layers.

Therefore, the purpose of this study was to investigate effects of mineral and organic fertilization on selected properties of the soil.

## **Materials and methods**

The study was conducted on a meadow in the Czarny Potok on the slope of Jaworzyna Krynicka (N 49°24'57.3899 ", E 20°55' 32.2649", 613 m above sea level). This area is located in the mountains of the south-eastern part of Beskid Sadecki. The experimental field was located on the brown, acid soil, average silty clay granulometric composition. The soil chemical properties was follows: pH<sub>KCl</sub> - 3.8, N- 0.29%, organic matter - 5.0%. The average of precipitation and air temperatures during the year was: 1,017.7 mm and 6.0°C, and during the growing season (IV-VIII) 714 mm and 12.7°C. Experiment included five objects (variants) - control and four fertilized.

Meadow was fertilized annually: phosphorus in the form of triple superphosphate, potassium in potassium salt 56%, nitrogen in the form of ammonium nitrate in two parts: 60% in I and 40% of the II regrowth and farmyard manure in an amount of 10 and 20 t ha<sup>-1</sup> annually in early spring. The chemical composition of farmyard manure (expressed in %) was follows: N - 0.69, P - 0.14, K - 0.60, Ca - 0.25, Mg - 0.08, Ca - 0.19 and Fe - 1438, Zn - 112, Cu - 18, Mn - 290 mg kg<sup>-1</sup> in fresh manure. Sward was mowed twice a year. In the third year of fertilization at the end of the growing season from each object collected soil for chemical analyzes. In soil indicated the contents of phosphorus, potassium, calcium, magnesium, iron, zinc, copper and manganese.

## Results and discussion

The highest content of macroelements (P, K, Mg) was characterized by soil fertilized with a double dose of farmyard manure (20 t ha<sup>-1</sup>), then was object fertilized with phosphorus and potassium (Table 1). Subsequently, the values from 9 to 43% were lower as compared to the double dose fertilized farmyard manure are placed the soil from object fertilized with PKN, except for manganese. The poorest in these components was soil fertilized with 10 t ha<sup>-1</sup> farmyard manure. With regard to the object fertilized with 20 tons of farmyard manure was much poorer in the case of iron - 21%, zinc - 25%, potassium - 29% phosphorus - magnesium 35 - 36%, manganese - 49% copper - 61%, and calcium - 64%. Noteworthy was control object because the soil regarding to fertilizer object contained significant amounts of phosphorus and potassium and was similar to the object fertilized with 20 tons of farmyard manure. Between the content of microelements in the soil, and the type and dose of fertilizer was observed similar relationship as in the case of macroelements content in soil (Table 1). An exception in this case was the copper content in soil from object fertilized of phosphorus and potassium, which was significantly lower than the control and the most of the fertilized objects.

**Table 1** Micro and macroelements content in the soil in the 3<sup>rd</sup> year of fertilization and meadow utilization

Variant	P	K	Ca	Mg	Fe	Zn	Cu	Mn
	Content of chemical components							
	g·kg <sup>-1</sup>				mg·kg <sup>-1</sup>			
Control	0.54	1.84	4.52	1.62	14.8	73.1	14.2	309.8
P <sub>18</sub> K <sub>50</sub>	0.56	1.73	6.45	1.88	15.3	86.0	10.4	376.8
P <sub>18</sub> K <sub>50</sub> N <sub>100</sub>	0.47	1.63	5.22	1.70	14.2	79.8	12.9	321.5
Farmyard manure 10 t	0.37	1.33	2.41	1.40	13.2	66.5	8.8	191.0
Farmyard manure 20 t	0.56	1.87	6.74	2.20	16.6	88.5	22.6	306.0

It was found higher content of chemical components in the soil fertilized with 20 t ha<sup>-1</sup> of farmyard manure and this phenomenon should be combined with the partly uptake by grass. It is consistent with the generally prevailing opinion that farmyard manure is considered as a fertilizer which complements soil in different components (Kępka and Chojnicki 1987, Kęsik and Fotyma 1988). The lowest content of micro and macroelements in soil fertilized with 10 t

ha<sup>-1</sup> of farmyard manure was resulted from the stimulating action of this organic fertilizer on the meadow yield and therefore biggest uptake from the soil (Kacorzyk 2007).

The beneficial effects of PK fertilization on the increase of micro- and macroelements in soil except with copper should be explained by a significant share in the sward of white clover and other dicotyledons, which root system and their secretions have a high ability to dissolve and move components the upper layers of soil (Kacorzyk 2007).

Obtained contents of the analyzed micro and macroelements of the soil from objects of mineral fertilized in this region are similar to result obtained by other authors, but contents occurring in object with dose of 20 tons of farmyard manure are higher by 30 - 50% (Mazur 1993).

## Conclusions

Obtained results can be concluded as follows:

Three years of fertilization by farmyard manure (10 t ha<sup>-1</sup>) in relation to the control have made impoverishment of the soil in the analyzed chemical components (P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Cu, Mn). According to uptake P, K, Fe, Cu similar effect was observed with mineral fertilization (PKN). However, farmyard manure fertilization at dose 20 t ha<sup>-1</sup> and mineral fertilization with phosphorus and potassium led to an increase of soil in all the components.

## References

- Kacorzyk P (2007) Zmiany składu botanicznego runi łąki górskiej oraz wielkość plonu suchej masy i białka ogólnego jako rezultat nawożenia obornikiem owczym. *Łąkarstwo w Polsce*, 10, 69-77.
- Kępka M, Chojnicki J (1987) Wpływ wieloletniego nawożenia obornikiem i NPK na zawartość w glebie próchnicy i składników mineralnych rozpuszczalnych w 20% HCl. *Rocz. Gleb.*, 38, 133-142.
- Kęsik K, Fotyma M (1988) Wpływ dawek i techniki stosowanego nawożenia fosforowego na produktywność i żyzność gleb. *Mat. Symp. pt. „Rola nawożenia w podniesieniu produktywności i żyzności gleb”*. 23-25. V. 1988. ART. Olsztyn. Cz. I. 147-154.
- Mazur B (1993) Zawartość mikroelementów w runi łąkowej w zależności od wapnowania i intensywności nawożenia. *IMIUZ Materiały Seminaryjne* 32. 198-205.
- Mazur T, Sądej W (1989) Wpływ wieloletniego nawożenia gnojowicą, obornikiem i NPK na niektóre fizyczne i chemiczne właściwości gleby. *Rocznik Gleb.*, 40 (1): 147-153.
- Mazur T *et al* (1989) Porównanie wartości nawozowej gnojowicy bydłowej z obornikiem i nawozami mineralnymi. *Rocz. Nauk Rol., AR*, 108 (2): 67-84.
- Suwała I (2010) Rola wieloletniego nawożenia w kształtowaniu wybranych właściwości gleby lekkiej ze szczególnym uwzględnieniem stosunków wodno-powietrznych. *Wyd. SGGW Warszawa*: ss. 98.

## **Sledovanie produkčných a kvalitatívnych parametrov poloprírodného trávneho porastu pri diferencovanej výžive**

### **Investigation of production and quality parameters at semi-natural grassland under different nutrition**

Jozef Čunderlík, Janka Martincová

CVRV – Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva (Grassland and Mountain Agriculture Research Institute), Mládežnícka 36, 974 21 Banská Bystrica, Slovakia, cunderlik@vutphp.sk

#### **Abstract**

A field trial was established to study effects of mineral and organic fertilisers on production, quality and botanical composition at permanent grassland over 2006–2009. The fertiliser treatments were (kg.ha<sup>-1</sup>): 1) control; 2) P<sub>30</sub> + K<sub>60</sub>; 3) N<sub>60</sub> + PK; 4) N<sub>120</sub> + PK; 5) manure 12 t.ha<sup>-1</sup>; 6) manure 24 t.ha<sup>-1</sup>. The sward proportion of grasses was increasing with the rising rates of nitrogen fertiliser. At manure application, the proportion of grasses was dominant in the first year, but decreased later and the herb and legume proportions were rising. The highest dry matter yield (4.70 t.ha<sup>-1</sup>) of herbage (DM) was found in the first harvest year (2006). The highest dry matter yield (5.28 t.ha<sup>-1</sup>) was recorded at N<sub>120</sub> + PK fertiliser rate and somewhat lower at the manure application and the fertiliser rate of N<sub>60</sub> + PK. The lowest DM yield was found at the control (3.47 t.ha<sup>-1</sup>).

**Keywords:** seminatural grassland, botanical composition, dry matter, herbage qual

#### **Úvod**

V súvislosti s výživou trávnych porastov sa doposiaľ riešil celý rad problémov: termíny aplikácie, veľkosť jednorázových dávok hnojenia ( resp. N), koncentrácia hnojiva, spôsoby a technika aplikácie. Riešením týchto problémov sa sledoval jeden základný cieľ – kvantita a kvalita nadzemnej fytohmoty (Mrkvička and Veselá 2002). Nakoľko každý prvok minerálnej výživy má svoje špecifické postavenie v biochemizme rastlín, je potrebné vpravovať a dopĺňať živiny, ktorých obsah v pôde nespĺňa dostatočné hodnoty pre optimálnu potrebu plodiny (Kašparová and Šrámek 2007).

#### **Materiál a metódy**

Počas sledovaných rokov (2006–2009) na stanovišti Radvaň (intravilán Banská Bystrica) sa hodnotila produkcia a obsah biogénnych prvkov poloprírodného trávneho porastu pri diferencovanej výžive v troch kosbách. Plocha pokusného stanovišťa sa nachádza v nadmorskej výške 480 m so SV expozíciou. Priemerné ročné zrážky sú 853 mm, za vegetačné obdobie 441 mm. Priemerné ročné teploty sú 7,7 °C, za vegetáciu 13,6 °C. Geologický substrát stanovišťa tvoria zvetraliny andezitov, pôdny typ – kambizem. Poľný pokus bol založený v roku 2005 blokovou metódou s variantmi hnojenia (1. Nehnojená kontrola; 2. P<sub>30</sub> + K<sub>60</sub>; 3. N<sub>60</sub> + PK; 4. N<sub>120</sub> + PK kg.ha<sup>-1</sup>; 5. maštal'ný hnoj 12 t.ha<sup>-1</sup>; 6. maštal'ný hnoj 24 t.ha<sup>-1</sup>).

Na základe chemického rozboru maštal'ného hnoja sme vypočítali dávky MH (maštal'ný hnoj), rovnajúce sa čistým živinám N vo variantoch V3 a V4. Minerálne hnojivá sme

aplikovali na jar po zazelenaní porastov, ďalšie dávky N do 10 dní po 1. kosbe. Maštalným hnojom sme hnojili na jeseň 2005, ďalšiu dávku sme aplikovali na jeseň 2007. Na stanovenie primárnej produkcie sa porasty využívali trikrát počas vegetačného obdobia: 1.kosba – začiatok klasenia tráv, 2.kosba – 35 dní po prvej kosbe, 3.kosba – v 1. dekáde septembra.

Výsledky sme vyhodnotili štatistickou metódou viacnásobnej analýzy variancie, s použitím LSD testu na 95 % hranici preukaznosti.

## Výsledky a diskusia

Na základe získaných výsledkov môžeme konštatovať, že pri hodnotení úrod trávnej hmoty za sledované obdobie (2006 – 2009) sa najvyššia produkcia ( $4,81 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) dosiahla v prvom úžitkovom roku 2006 (Tabuľka 1). Druhú najvyššiu úrodu ( $4,70 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) sme dosiahli v poslednom sledovanom roku. Štatisticky preukazný rozdiel bol len medzi rokmi 2006 a 2007. Pri ostatných rokoch sa nepreukázali štatistické rozdiely. Najvyššiu produkcia sušiny ( $5,28 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) za sledované obdobie sme dosiahli na variante hnojenom dávkou  $\text{N}_{120} + \text{PK}$  (Tabuľka 2). O niečo nižšie úrody sme dosiahli vo variantoch hnojených maštalným hnojom a minerálnou dávkou dusíka  $\text{N}_{60} + \text{PK}$ . Najnižšiu úrodu sme zaznamenali na nehnojenom variante  $3,47 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Preukazné rozdiely sme zaznamenali medzi kontrolou a variantmi hnojenými organickými a priemyselnými hnojivami. Jedinú výnimku predstavuje nepreukazný rozdiel zistený medzi kontrolou a variantom PK. Najvyšší odber živín za sledované roky sme zistili na variante hnojenom dávkou  $\text{N}_{120} + \text{PK}$  a najnižší na nehnojenom variante. Rozhodujúcou živinou pre tvorbu trávnej hmoty je dusík, ktorý určuje nielen úrodu sušiny, obsah dusíkatých látok, ale aj veľkosť listovej plochy, obsah betakaroténu i chlorofylu, ako predpoklad pre zvyšovanie fotosyntetickej aktivity rastlín. Pôsobí na zintenzívňovanie procesu mineralizácie organických látok v pôde a tým aj uvoľňovanie živín (Parham et al.2003). Straty dusíka po aplikácii hospodárskych hnojív možno účinne znížiť ich okamžitým zapravením. Pri zapravení maštalného hnoja po 24 hodinách treba rátať so stratou dusíka v rozmedzí 6 až 20 %, v závislosti od teploty ovzdušia. V zraniteľných oblastiach predstavuje lehota na zapravenie hospodárskych hnojív do pôdy 24 hodín po ich aplikácii. Aplikácia minerálnych alebo organických hnojív pôsobí na zmenu chemického zloženia priamo tým, že zvyšuje obsah dodávaných živín a nepriamo tým, že ovplyvňuje floristické zloženie a urýchľuje narastanie porastu. Úzko súvisí s využívaním porastu. Spolu s hnojením zohráva svoju úlohu aj zásoba živín v pôde.

Popri produkčnom hodnotení poloprírodného trávneho porastu nás zaujímalo aj hodnotenie obsahu minerálnych živín v trávnej hmote a jej vhodnosť použitia pre kŕmne účely hovädzieho dobytku. Produkčné trávne porasty sú náročné na živiny, najmä na dusík (Van Kessel 2002). Obsah a odber minerálnych živín v krme trávnych porastov kolíše vo veľmi širokom rozpätí v závislosti na ekologických podmienkach, zložení porastov, obsahu prístupných živín v pôde, intenzite hnojenia a na spôsoby využívania (Peacock et al. 2001). Obsah živín v krmivách nekultúrnych a málo výnosných porastov je vždy nižší ako v hodnotnejších produkčnejších porastoch, ktorých dosiahnutie je naším cieľom. Naše kvalitatívne posúdenie vychádza z hodnotenia obsahu minerálnych látok v trávnej hmote (Tabuľka 1,2). V priebehu sledovaných rokov obsah N v trávnej hmote a vo variantoch hnojenia spĺňa požiadavky hospodárskych zvierat na obsah (koncentráciu) N v krme.

**Tabuľka 1.** Analýza variancie pre hodnotenie úrod, koncentrácie biogénnych prvkov a odber živín rastlinnou hmotou trávnych porastov za roky 2006–2009

**Table 1** Analysis of variance – DM yield, the content of biogenic elements and the nutrient uptake by herbage over 2006–2009

Rok ( <sup>1</sup> )	Úroda (t.ha <sup>-1</sup> ) ( <sup>2</sup> )	Koncentrácia biogénnych prvkov (kg.ha <sup>-1</sup> ) ( <sup>3</sup> )						Odber biogénnych prvkov (kg.ha <sup>-1</sup> ) ( <sup>4</sup> )					
		N	P	K	Na	Ca	Mg	N	P	K	Na	Ca	Mg
2006	4,81 b	18,22 a	2,79 a	18,77 b	0,22 a	7,80 b	2,90 a	87,88 a	13,40 ab	89,44 ab	1,07 a	36,76 ab	13,73 a
2007	3,85 a	23,97 b	3,41 b	20,96 c	0,47 bc	8,42 bc	3,37 b	92,32 a	13,17 ab	80,56 a	1,82 b	32,83 a	12,98 a
2008	4,35 ab	25,21 b	3,52 b	22,82 d	0,52 c	9,40 c	3,87 c	109,61 b	15,28 b	99,51 b	2,25 c	40,72 b	16,92 b
2009	4,70 ab	19,09 a	2,62 a	15,65 a	0,42 b	6,54 a	3,46 b	89,81 a	12,17 a	73,52 a	1,97 bc	30,66 a	16,24 b
Hd $\alpha_{0,05}$ ( <sup>5</sup> )	0,909	1,267	0,254	1,852	0,053	1,134	0,376	15,644	2,800	17,450	0,295	6,691	2,445

(<sup>1</sup>) Years, (<sup>2</sup>) dry mater yield, (<sup>3</sup>) content of biogenic elements, (<sup>4</sup>) nutrient uptake by herbage, (<sup>5</sup>) statistically significant difference at the level  $\alpha_{0,05}$

**Tabuľka 2.** Analýza variancie pre hodnotenie úrod, koncentrácie biogénnych prvkov a odberu živín rastlinnou hmotou trávnych porastov za varianty (v rokoch 2006–2009)

**Table 2** Analysis of variance - DM yield, the content of biogenic elements and the nutrient uptake by herbage at the treatments 2006–2009

Variant ( <sup>1</sup> )	Úroda (t.ha <sup>-1</sup> )	Koncentrácia biogénnych prvkov (kg.ha <sup>-1</sup> ) ( <sup>3</sup> )						Odber biogénnych prvkov (kg.ha <sup>-1</sup> ) ( <sup>4</sup> )					
		N	P	K	Na	Ca	Mg	N	P	K	Na	Ca	Mg
kontrola	3,47 a	20,59 a	2,92 ab	19,00 ab	0,39 a	8,05 a	3,28 a	71,64 a	10,10 a	65,56 a	1,38 a	27,73 a	11,40 a
PK	3,59 a	21,63 ab	3,17 bc	20,89 b	0,40 a	8,43 a	3,27 a	77,99 a	11,42 a	75,21 ab	1,46 a	30,12 ab	11,75 a
N <sub>60</sub> + PK	5,03 b	21,21 ab	2,62 a	20,53 ab	0,38 a	7,73 a	3,16 a	105,08 b	12,94 ab	101,82 c	1,90 bc	38,14 bc	15,83 bc
N <sub>120</sub> + PK	5,28 b	22,57 b	2,94 b	19,09 ab	0,43 a	8,18 a	3,59 a	116,06 b	15,31 b	99,04 c	2,16 c	42,71 c	18,63 c
MH 12 t	4,47ab	22,47 b	3,48 d	18,44 a	0,41 a	7,86 a	3,55 a	98,51 b	15,37 b	82,17abc	1,70 ab	34,49 ab	15,38 b
MH 24 t	4,75 b	21,28 ab	3,38 cd	19,32 ab	0,44 a	8,00 a	3,56 a	100,16 b	15,89 b	90,76 bc	2,06 bc	37,60 bc	16,84 bc
Hd $\alpha_{0,05}$ ( <sup>5</sup> )	1,114	1,552	0,312	2,269	0,065	1,389	0,416	19,160	3,430	21,371	0,362	8,194	2,995

(<sup>1</sup>) Treatments, (<sup>2</sup>) dry mater yield, (<sup>3</sup>) content of biogenic elements, (<sup>4</sup>) nutrient uptake by herbage, (<sup>5</sup>) statistically significant difference at the level  $\alpha_{0,05}$



Pokiaľ ide o fosfor, ten je druhou najdôležitejšou makroživinou po dusíku, pretože sa významne podieľa na metabolizme živín v rastlinách a dôležitú úlohu má aj pri mikrobiálnej aktivite pôdy. V spojení s draslíkom priaznivo vplyva na rozvoj d'atelinovej zložky v trávnom poraste. Na základe obsahu fosforu v trávnej zložke môžeme konštatovať, že spĺňa kritéria na jeho zastúpenie vo všetkých variantoch a rokoch s výnimkou roku 2009, keď dosiahol najnižšiu hodnotu  $2,62 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ . Pokiaľ ide o obsah draslíka, ten dosahoval vyrovnané hodnoty vo variantoch. Štatisticky preukazné rozdiely sa dosiahli v rokoch, keď najnižšiu hodnotu obsahu draslíka ( $15,65 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) sme zaznamenali v roku 2009. V sledovaných rokoch a variantoch sme zaznamenali nízky obsah Na v trávnej fytomase, ktorý nespĺňa požadované kritéria. Widner (2002) zistili, že obsah sodíka v krme a jeho príjem značne závisí na aktivite draslíka a jeho proporciách k ostatným živinám v pôde.

Obsah Ca v nadzemnej fytomase spĺňal kritériá pre výživu prežúvavcov vo všetkých variantoch a neboli zaznamenané žiadne štatistické rozdiely. Štatistické rozdiely sa zaznamenali vo faktore rok, kedy obsah vápnika sa pohyboval v rozpätí ( $6,54 - 9,40 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ). Vyrovnané hodnoty a štatisticky nepreukazné rozdiely boli pri obsahu Mg vo variantoch. Hodnoty obsahu tohto prvku v sledovaných rokoch dosahovali úroveň ( $2,90 - 3,87 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) a boli zaznamenané štatistické rozdiely medzi rokmi. Všeobecne môžeme konštatovať, že odbery živín trávnych porastov ovplyvnených hnojením v jednotlivých rokoch a na variantoch boli vyrovnané (Tabuľka 1,2). Najvyšší odber živín bol v roku 2008, kedy sa dosiahla úroda  $4,35 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ . Naopak v roku 2006, kedy sa dosiahla najvyššia úroda bol odber živín nižší. Túto skutočnosť, ktorá je spojená aj s poklesom koncentrácie živín v nadzemných pletivách možno vysvetliť pomocou tzv. zried'ovacieho efektu, pri ktorom dynamika prírastku sušiny nadzemnej biomasy je vyššia ako dynamika príjmu živín rastlinami z pôdy. Varianty hnojené minerálnymi a organickými hnojivami odobrali vyššie množstvo živín, ako nehnojený trávny porast. Štatisticky rozdiely sa zaznamenali medzi hnojenými variantmi a kontrolou. Nepreukazný rozdiel bol medzi variantom PK a nehnojeným variantom.

## Záver

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

- Aplikáciou priemyselných hnojív sa dosiahli vyššie úrody, ako na variantoch hnojených maštal'ným hnojom. Najvyššia produkcia sušiny ( $5,28 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) za sledované obdobie sa dosiahla vo variante hnojenom dávkou  $\text{N}_{120} + \text{PK}$ .
- Chemické zloženie sušiny spĺňa kritéria pre výživu prežúvavcov s výnimkou nízkeho obsahu Na. Významným faktorom ovplyvňujúcim kvalitu krmiva v našom sledovaní boli roky.
- Z použitých dávok organických hnojív môžeme na základe dosiahnutých výsledkov odporúčať dávku  $12 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  maštal'ného hnoja.

## Literatúra

- Kašparová, J., Šrámek, M. (2007) Vliv způsobu obhospodařování na produkci a botanické složení. In *Multifunkční obhospodařování a využívání travních porostů v LFA : sborník příspěvků z mezinárodní vědecké konference* . Rapotín. 94 - 97.
- Mrkvička, J., Veselá, M. (2002) The influence of long-term fertilization on species diversity and yield potential of permanent meadow stand. In *Rostlinná výroba*, roč. 48, č. 2. 69 – 75.
- Parham, J.A. et al. (2003) Long-term cattle manure application in soil. II. Effect on soil microbial populations and community structure. In *Biology and Fertility of Soils* vol.38. 209-215.

- Peacock, A.D. et al. (2001) Soil microbial community responses to dairy manure or ammonium nitrate applications. In: *Soil biology Biochemistry*, 33.1011–1019.
- Van Kessel, J.S. (2002) Nitrogen mineralization potential of dairy manures and its relationship to composition. In: *Biology and Fertility of Soils*, vol. 36, N. 2. 118–123.
- Widner, T.L. (2002) Soil organic matter and management of plant-parasitic nematodes. In: *Journal of Nematology*, vol. 34, N. 4. 289–295.

## Koncentrácia ťažkých kovov v trávnych ekosystémoch

### Heavy metals concentration in grassland ecosystems

Ján Tomaškin, Judita Tomaškinová

Fakulta prírodných vied, Univerzita Mateja Bela (Faculty of Natural Sciences, Matej Bel University), Tajovského 40, 974 01 Banská Bystrica, Slovakia

#### Abstract

In the contribution we evaluate a concentration of heavy metals in grass ecosystems (in soil and plant biomass). Monitoring was carried out during the years 1997 – 1999 on permanent grassland, in the region of Starohorske vrchy, in three habitats with different altitude (habitat Radvaň, 480 m a.s.l., Panský diel, 1000 m a.s.l., Kráľová studňa, 1300 m a.s.l.). We specified following elements of heavy metals in soil and plant samples (root biomass and above-ground part of vegetation): Cd, Co, Cr, Pb, Zn, Mn, Cu, Fe and Ni (atomic absorption method metrometry). Based on achieved results, we can state that heavy metals are mostly concentrated in plant roots and in soil. Significantly lower content was determined in biomass of above-ground parts of vegetation. Also was confirmed a significant effect of years and evaluated habitats on the concentration of heavy metals. The concentration of heavy metals is significantly increasing with higher altitude of habitats.

**Keywords:** environment, heavy metals, grassland ecosystem, soil, plant biomass

#### Úvod

Kontaminácia životného prostredia je v súčasnosti závažným environmentálnym a spoločenským problémom s výrazným globálnym rozmerom. Jednou z najzávažnejších skupín rizikových látok v životnom prostredí sú ťažké kovy. Ťažké kovy patria medzi nedegradovateľné kontaminanty, ktoré sa vyznačujú rozdielnym zdrojom pôvodu (zdrojmi ťažkých kovov v pôde sú geochemické anomálie ale tiež antropogénne zdroje, ako napríklad priemyselné a komunálne odpady, hnojivá, pesticídy a pod.), vlastnosťami, ako aj pôsobením na živé organizmy (Tóth et al. 2005). K rizikovým prvkom patria biologicky nezastupiteľné mikroelementy (napríklad Cu, Zn, Mn), ako aj početné neesenciálne chemické prvky (Cd, Pb, Hg), pričom ich riziká spočívajú v ekotoxícite a kumulácii v biotických a abiotických zložkách životného prostredia (Lahučký et al. 2009). Gray et al. (2006) konštatuje, že perzistencia a kumulácia ťažkých kovov v životnom prostredí sa nepriaznivo prejaví na všetkých úrovniach potravinového reťazca, kvalite pôdy a predstavuje dopad na celkové zaťaženie environmentu. V príspevku prinášame výsledky koncentrácie ťažkých kovov v pôde a v rastlinnej biomase trvalých trávnych porastov a ich obsah porovnávame s povolenými legislatívnymi limitmi.

#### Materiál a metódy

Monitorovanie obsahu ťažkých kovov v pôde a trávnej biomase sme uskutočnili v rokoch 1997 – 1999 na trvalých trávnych porastoch v regióne Starohorských vrchov na troch stanovištiach s odlišnými nadmorskými výškami:

- stanovište Radvaň, s najnižšou nadmorskou výškou (480 m n.m.), malo severnú expozíciu so sklonom 12 – 15°, pôdnym typom je rendzina na vápenci,

- stanovište Panský diel, so strednou nadmorskou výškou (1000 m n.m.), malo juhozápadnú expozíciu, so sklonom viac ako 20°, pôdnym typom je kambizem, zo zvetralín kryštalickej kyselých hornín,
- stanovište Kráľova studňa, s najvyššou nadmorskou výškou (1300 m n.m.), malo juhovýchodnú expozíciu so sklonom 20 – 25°, pôdnym typom je rendzina plytká na vápenci.

Vzorky pôdy a trávnej biomasy (koreňová biomasa a nadzemná časť porastu) boli v priebehu vegetačného obdobia pravidelne odoberané v mesačných intervaloch (máj – september).

V príspevku uvádzame priemerné výsledky z piatich odberov. Vzorky pôd a rastlinnej biomasy sme odobrali z identických odberných miest (plocha 0,2 x 0,2 m, hĺbka odberu 20 – 150 mm) rýľom. Pôdne vzorky sme vysušili pri laboratórnej teplote a preosiali cez sito s priemerom otvorov 0,125 mm a spracovali podľa záväzných metodík (Linkeš, 1997).

Základné fyzikálno-chemické vlastnosti pôd hodnotených stanovišť uvádzame v tabuľke 1.

**Tabuľka 1.** Fyzikálno-chemická charakteristika pôdy

**Table 1** Physical-chemical characteristics of soil

Stanovište <sup>1</sup>	pH (KCl)	N <sub>t</sub> (g)	C <sub>ox</sub> (g)	Humus <sup>2</sup> (%)	Prijateľné živiny <sup>3</sup> (mg.kg <sup>-1</sup> )			Pôdny typ <sup>4</sup>
					P	K	Mg	
Radvaň (480 m.n.m)	7,02	13,19	101,6	17,52	7,26	26,00	841,6	Rendzina
Panský diel (1000 m.n.m)	4,24	3,67	47,3	8,16	8,58	31,00	166,6	Kambizem
Kráľova studňa (1300 m.n.m)	6,99	4,87	57,2	9,86	21,83	42,00	698,0	Rendzina

<sup>1</sup> location, <sup>2</sup> humus, <sup>3</sup> nutrients, <sup>4</sup> type of soil

Rastlinné vzorky sme rozdelili na koreňovú a nadzemnú časť, po vysušení na konštantnú hmotnosť sme vzorky homogenizovali. Pôdne a rastlinné vzorky boli po uvedených úpravách v laboratóriu analyzované metódou atómovej absorpčnej spektrometrie. V každej vzorke boli stanovené koncentrácie deviatich prvkov ťažkých kovov (Cd – kadmium, Co – kobalt, Cr – chróm, Pb – olovo, Zn – zinok, Mn – mangán, Cu – meď, Fe – železo, Ni – nikel). Výsledky boli spracované matematicko-štatistickými metódami pomocou PC (software Statgraphics ver. 5.0, metódy multifaktorovej analýzy variancie, test LSD<sub>0.05</sub>).

## Výsledky a diskusia

Koncentrácia ťažkých kovov bola hodnotená v troch prostrediach – v pôde, koreňoch a nadzemnej trávnej biomase (tabuľka 2).

Prostredím, kde sa výrazne koncentrujú ťažké kovy, je pôda, kde sme v štyroch prípadoch stanovili najvyššie hodnoty ťažkých kovov : Cd – 2,35; Co – 13,17; Pb – 151,09; Mn – 589,27 mg.kg<sup>-1</sup>. Stredné hodnoty boli stanovené pre Cr – 5,99; Fe – 2192,9; Ni – 11,24 mg.kg<sup>-1</sup>. Najnižšiu koncentráciu v pôde mal Zn – 48,71 a Cu – 11,42 mg.kg<sup>-1</sup>. Celkový obsah Cd a Pb prevyšoval 3,36 resp. 2,16 násobne povolené legislatívne limity stanovené zákonom č. 220/2004 o ochrane a využívaní poľnohospodárskej pôdy, ktorý je v súčinnosti s platnou legislatívou Európskej únie. Koncentrácia Co, Cr, Zn, Cu a Ni neprekračovala stanovené limitné hodnoty.

**Tabuľka 2.** Koncentrácia ťažkých kovov v pôde a v rastlinnej biomase ( $\text{mg.kg}^{-1}$ )**Table 2** Heavy metals concentration in soil and plant biomass ( $\text{mg.kg}^{-1}$ )

Prostredie <sup>1</sup>	Koncentrácia ťažkých kovov ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) <sup>2</sup>								
	Cd	Co	Cr	Pb	Zn	Mn	Cu	Fe	Ni
Pôda <sup>3</sup>	2,35 b	13,17 b	5,99 b	151,09 b	48,71 a	589,27 b	11,42 a	2192,90 b	11,24 b
	Limitná hodnota ťažkých kovov ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) (Zákon č. 220/2004) <sup>6</sup>								
	0,7	15	70	70	150	-	60	-	50
	Prekročenie limitnej hodnoty (násobok) <sup>7</sup>								
	3,36	< limit	< limit	2,16	< limit	-	< limit	-	< limit
Korene <sup>4</sup>	2,27 b	6,92 a	7,62 c	24,45 a	208,21 c	353,83 a	39,25 b	3569,37 c	12,52 b
Porast <sup>5</sup>	1,61 a	5,93 a	3,93 a	12,38 a	103,93 b	330,28 a	11,50 a	1351,45 a	8,18 a
	Najvyššie prípustné množstvá ťažkých kovov v krmivách ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) (Výnos MPSR č.2080/2005) <sup>8</sup>								
	1	-	3	40	-	-	-	-	5
	Prekročenie najvyššie prípustných množstiev ťažkých kovov v krmivách (násobok) <sup>9</sup>								
	1,61	-	1,31	< limit	-	-	-	-	1,64
LSD <sub>0,05</sub>	0,413	2,423	1,088	24,740	18,899	61,180	14,513	813,807	1,900

<sup>1</sup> medium, <sup>2</sup> heavy metals concentration, <sup>3</sup> soil, <sup>4</sup> roots, <sup>5</sup> sward, <sup>6</sup> limit value of heavy metals, <sup>7</sup> exceeding of limit values, <sup>8</sup> limit value of heavy metals in foods, <sup>9</sup> exceeding of limit values of heavy metals in foods, a, b, c, – significant differences

V analyzovaných rastlinných častiach sa ťažké kovy významne koncentrujú v koreňoch. Najvyššie zastúpenie v nich dosiahli Cr – 7,62; Zn – 208,21; Cu – 39,25; Fe – 3569,37; Ni – 12,52  $\text{mg.kg}^{-1}$ . V nadzemnej časti porastu boli stanovené podstatne nižšie hodnoty ťažkých kovov ako v koreňoch. Až v siedmich prípadoch boli stanovené najnižšie hodnoty (Cd, Co, Cr, Pb, Mn, Fe, Ni). V pôde bola koncentrácia prvkov Co, Pb, Mn preukazne vyššia ako v koreňoch. Prvky Cd, Co, Cr, Pb, Mn, Fe, Ni mali preukazne vyšší obsah aj ako nadzemný porast. V koreňoch bola koncentrácia Cr, Zn, Cu, Fe preukazne vyššia ako v pôde a koncentrácia Cd, Cr, Zn, Cu, Fe, Ni preukazne vyššia ako v nadzemnej časti trávnej biomasy. Celkový obsah Cd, Cr a Ni v nadzemnej rastlinnej biomase (slúži ako objemové krmivo) mierne prevyšoval najvyššie prípustné množstvá ťažkých kovov v krmivách (Výnos MPSR č.2080/2005 o krmných surovinách na výrobu krmných zmesí a o hospodárskych krmivách). Koncentrácia Pb neprekračovala najvyššie prípustné množstvá ťažkých kovov v krmivách.

Možno zhrnúť, že ťažké kovy sa najviac koncentrujú v koreňoch rastlín a v pôde. Koreňová biomasa a vrchná časť pôdy ako súčasť mačiny trávnych porastov má nezanedbateľný význam v ochrane životného prostredia. Trávna mačina zabezpečuje ochranu nadzemnej časti produkcie pred zvýšenou koncentráciou ťažkých kovov, ktoré by sa ináč dostali do potravinového reťazca. Podobné výsledky boli prezentované v prácach: Klobušický, Balcar (1997), Klobušický, Kopec (1997), Petříková (1990), Hecl et al. (2005).

Na koncentráciu ťažkých kovov mal vplyv aj rok hodnotenia. Výsledky koncentrácie ťažkých kovov v jednotlivých rokoch sú uvedené v tabuľke 3. V rokoch 1997 a 1999 bola koncentrácia ťažkých kovov vyrovnaná, v roku 1998 preukazne vyššia (výnimkou bola len koncentrácia Pb, Mn a Cu).

**Tabuľka 3.** Koncentrácia ťažkých kovov v rokoch 1997 – 1999**Table 3** Heavy metals concentration in years 1997 - 1999

Rok <sup>1</sup>	Koncentrácia ťažkých kovov ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) <sup>2</sup>								
	Cd	Co	Cr	Pb	Zn	Mn	Cu	Fe	Ni
1997	1,76 a	5,55 a	5,72 b	29,33 a	106,94 b	594,69 c	14,25 a	1623,81 a	9,79 a
1998	2,82 b	14,72 b	7,85 c	51,37 a	178,46 c	466,69 b	20,08 a	3079,12 b	12,75 b
1999	1,65 a	5,75 a	3,97 a	107,22 b	75,44 a	211,99 a	27,84 a	2410,79 ab	9,41 a
LSD <sub>0,05</sub>	0,413	2,423	1,088	24,740	18,899	61,180	14,513	813,807	1,900

<sup>1</sup> year, <sup>2</sup> heavy metals concentration, a, b, c, – significant differences

Potvrdili sme tiež vplyv nadmorskej výšky hodnotených stanovišť na koncentráciu ťažkých kovov (tabuľka 4). Najnižšiu koncentráciu všetkých hodnotených ťažkých kovov sme zaznamenali na stanovišti Radvaň s najnižšou nadmorskou výškou, preukazne vyššie koncentrácie sme zaznamenali na stanovištiach s vyššou nadmorskou výškou (Panský diel, Kráľova studňa). Hronec (1996) konštatuje, že uvedená tendencia môže súvisieť s kumuláciou plyných imisií, ktoré obsahujú väčšie množstvá ťažkých kovov.

**Tabuľka 4.** Koncentrácia ťažkých kovov na výskumných plochách ( $\text{mg.kg}^{-1}$ )

**Table 4.** Heavy metals concentration at research sites ( $\text{mg.kg}^{-1}$ )

Stanovište <sup>1</sup>	Koncentrácia ťažkých kovov ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) <sup>2</sup>								
	Cd	Co	Cr	Pb	Zn	Mn	Cu	Fe	Ni
Radvaň	1,79 a	7,40 a	4,85 a	45,03 a	102,56 a	304,24 a	17,41 a	1315,90 a	7,23 a
Panský diel	1,58 a	10,91 b	7,22 b	52,41 a	115,61 a	565,69 c	21,15 a	3728,39 b	17,20 b
Kráľova studňa	2,87 b	7,70 a	5,47 a	90,48 b	142,68 b	403,45 b	23,61 a	2069,43 a	7,52 a
LSD <sub>0,05</sub>	0,413	2,423	1,088	24,740	18,899	61,180	14,513	813,807	1,900

<sup>1</sup> location, <sup>2</sup> heavy metals concentration, a, b, c, – significant differences

## Záver

Najvyššiu koncentráciu ťažkých kovov, sme zaznamenali v pôde a koreňovej biomase, podstatne nižší obsah ťažkých kovov bol stanovený v pletivách nadzemných častí porastov. Z pohľadu environmentálnych funkcií predstavuje koreňový systém trávnych porastov určitú fyziologickú bariéru, ktorá obmedzuje pohyb ťažkých kovov z koreňov do nadzemnej časti porastu a teda eliminuje kontamináciu hospodárskej úrody. Obsah ťažkých kovov sa v trávnom ekosystéme v priebehu rokov výrazne mení. Na koncentráciu ťažkých kovov výrazne vplýva aj rozdielna nadmorská výška stanovišť. S rastom nadmorskej výšky sa obsah ťažkých kovov v trávnom ekosystéme zvyšuje.

## Literatúra

- Gray C. W *et al* (2006) Field evaluation of in situ remediation of a heavy metal contaminated soil using lime and red-mud. *Environ. Pollut.* 142 (3): 530-539.
- Hecl J *et al* (2005) Vplyv ovzdušia na kontamináciu rastlín v imisne zaťaženom regióne stredný Zemplín. In *Acta regionalia et environmentalica.* 2 (2): 39-44. ISSN 1336-5452.
- Hronec (1996) Ťažké kovy a ich pohyb v pôdach a rastlinách. In *Ťažké kovy v ekosystéme.* Košice.1996: 41-49.
- Klobušický K a Balcar J (1997) Ťažké kovy a plyné imisie v trávnych ekosystémoch. In *Poľnohospodárstvo.* 43 (4): 264-273. ISSN 0551-3677.
- Klobušický K a Kopec M (1997) Ocena zawartości, kadmu, niklu i innych metali ciężkich na użytkach zielonych polożnych na różnej wysokości nad poziomem morza. In *Kadmi nikel oraz lit w środowisku przyrodniczym.* Warszawa. 1997: 125-129.
- Lahučký L. *et al* (2009) Obsah ťažkých kovov v poľnohospodárskej produkcii dopestovanej v metalicky zaťaženom regióne Slovenska. *Poľnohospodárstvo.* 55 (3): 156-163. ISSN 0551-3677.
- Linkeš V (1997) Monitoring of soil from Slovak republic. Present state of monitored soil traits. 128 p. ISBN 80-89012-08-4.
- Petríková V (1990) Rostlinná výroba a životní prostředí. In *Úroda.* 2: 91-94.
- Tóth T *et al* (2005) The risk heavy metals content in soil and plant from Štiavnica region. *Chemical papers – Chemzi.* 103 (2): 285.
- Výnos MPSR č. 2080/2005-100 o kŕmnych surovinách na výrobu kŕmnych zmesí a o hospodárskych krmivách.
- Zákon č. 220/2004 o ochrane a využívaní poľnohospodárskej pôdy.

## Frequency distribution model of species number in grassland communities

Jun Chen<sup>1</sup>, Norbert Gaborčík<sup>2</sup>, Masae Shiyomi<sup>3</sup>

<sup>1</sup>College of Animal Science and Technology, Northwest A&F University, Taicheng Rd., Yangling, Shaanxi 712100, China, chen\_jun2008@nwsuaf.edu.cn

<sup>2</sup>Ďumbierska 32, 974 11 Banská Bystrica, Slovakia, norbert.gaborcik@gmail.com

<sup>3</sup>The Open University of Japan, Ibaraki Study Center, Bunkyo 2-1, Mito 310-0056, Japan, masae\_shiyomi2007@yahoo.co.jp

### Abstract

We developed a model to describe the frequency distributions of species number per unit ground area in grasslands. Plant species that grow ubiquitously throughout a survey site raise the mean number of species per unit area but lower the variance, creating a “mean > variance” relationship in species number per unit area. This relationship was incorporated into the model, which was verified using data obtained in a loess grassland in Shaanxi, China, as well as grasslands in Banská Bystrica, Slovakia.

**Keywords:** mean, Poisson distribution, species richness, variance, vegetation survey

### Introduction

Imagine a case in which many quadrats in a given small area are established within a grassland. The numbers of individuals of each species are then counted in each quadrat and the per-quadrat mean and variance are estimated. According to previous research, a “mean < variance” relationship was often observed (e.g., Greig-Smith 1983). For example, for 100 quadrats measuring 10 × 10 cm, the mean and variance for the number of individuals of *Setaria viridis* were found to be 2.28 and 7.68, respectively, and those for *Equisetum arvense* were 1.00 and 1.96, respectively (Chen et al. 2008). On the other hand, the number of species (species richness) per quadrat follows a “mean > variance” relationship as shown below, even though the number of species per quadrat is count data, similar to data for number of individuals. Why is the mean larger than the variance for the number of species? In the present study, we derive a frequency distribution model of small-scale species richness. By applying the model to data obtained in grasslands in Loess, China, and Banská Bystrica, Slovakia, we explain why the “mean > variance” relationship occurs in grassland communities.

### Materials and methods

The methods are described by example: first, the number of species was counted in each of 90 50 × 50-cm quadrats, and count numbers were summarized in a frequency distribution (referred to as Step 0 in Table 1). Table 1 demonstrates that, for example, the number of quadrats with 0 species is 0, the number of quadrats with four species is 5, and so on. On the basis of these frequency data at Step 0, the calculated mean and variance are 6.76 and 2.23, respectively; i.e., the mean is much larger than the variance. Let Table 1 be manipulated as

follows: (1) move the observed frequency distribution at Step 0 to one class upward and calculate the mean and variance at Step 1.

Because mean (5.76)  $\gg$  variance (2.23), proceed to the next step.

(2) Move the observed frequency distribution at Step 0 to two classes upward and calculate the mean and variance at Step 2.

Because mean (4.76)  $\gg$  variance (2.23), proceed to Step 3.

(3) Continue the same manipulations until the step at which the mean and variance take on similar values. In this example, we reach a result of “mean (1.918)  $\approx$  variance (1.886)” at Step 5, and in Step 6, the order between the mean and variance is reversed, as mean (1.30)  $<$  variance (1.38).

(4) The manipulation is then stopped, and a Poisson series (e.g., Bonham 1989) is calculated, with a mean of 1.918. The probability

**Table 1** Frequency distribution of observed species richness per  $50 \times 50$ -cm quadrat (*Leymus chinensis* grassland, Shaanxi, China; Lv et al. 2011).

No. species Step $\rightarrow$	Frequency distribution							
	0	1	2	3	4	5	6	
0	<u>0</u>	0	0	0	5	14	23	
1	0	0	0	5	14	23	18	
2	0	0	5	14	23	18	19	
3	0	5	14	23	18	19	9	
4	<u>5</u>	14	23	18	19	9	1	
5	14	23	18	19	9	1	1	
6	23	18	19	9	1	1	0	
7	18	19	9	1	1	0	0	
8	19	9	1	1	0	0	0	
9	9	1	1	0	0	0	0	
10	1	1	0	0	0	0	0	
11	1	0	0	0	0	0	0	
12	0	0	0	0	0	0	0	
13	0	0	0	0	0	0	0	
No quadrats $N$	90	90	90	90	90	85	71	
Total $T$	608	518	428	338	248	163	92	
Mean $m$	6.76	5.76	4.76	3.76	2.76	<u>1.918</u>	1.30	
Variance $v$	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	<u>1.886</u>	1.38	

The frequency distribution at Step 0 means the original, observed distribution.

**Table 2** Fitting Poisson distribution and the goodness of fit (also see Figure 1c).

No. species	Frequency at Step 5	Poisson distribution	No. species	Observed frequency at Step 0	Model value
0	14	12.491	0	0	0
1	23	23.953	1	0	0
2	18	22.967	2	0	0
3	19	14.681	3	0	0
4	9	7.038	4	5	<u>5</u>
5	1	2.699	5	14	12.491
6	1	0.863	$\rightarrow$ 6	23	23.953
7	0	0.236	7	18	22.967
8	0	0.057	8	19	14.681
9	0	0.012	9	9	7.038
10	0	0.002	10	1	2.699
11	0	0.000	11	1	0.863
12	0	0.000	12	0	0.236
13	0	0.000	13	0	0.057
No. quadrats $N_5$	85	85.000	No. quadrats, $N_0$	90	90.000
Total $T$	163		Total $T$	608	
Mean $m$	<u>1.918</u> †		Mean $m$	6.76	
Variance $v$	1.886		Variance $v$	2.23	

Goodness of fit of observed frequency to the model :  $\chi^2 = 2.566$ , degrees of freedom = 3, probability = 0.46.

†The mean (1.918) was used to calculate the Poisson distribution at column 3 from the left.



for the 0th term,  $P(0)$ , is given as  $e^{-1.918}$ , and the expected number of quadrats with 0 species,  $F(0)$ , is  $P(0) \times 85 = 12.491$ , where 85 is the number of quadrats at Step 5,  $N_5$  (Table 2). The terms following the 0th term are calculated by the Poisson series:  $F(i) = [e^{-1.918}(1.918)^i/i!] \times N_5$  for the  $i$ th term ( $i = 1, 2, \dots$ ). The calculated result is shown in the third column from the left. (5) Then, at the right side of the arrow ( $\rightarrow$ ) in Table 2, the observed original frequency distribution and the calculated Poisson distribution, which are moved five classes downward (referred to as the frequency distribution model of species richness or briefly as the “model”) are arranged together. The frequency at the fifth class in the model is substituted by the observed value, 5 in this case. A  $\chi^2$  test was used to determine whether the observed series fit the model. The results indicated that the model fits the observed distribution, as the probability (0.46) that the observed distribution followed the model was  $> 0.05$ .

To verify the model, a data series was derived from a semi-arid loess grassland of north Shaanxi Province, China, surveyed in 2010 (Lv et al. 2011). The vegetation survey incorporated the following methods: (1) 360 quadrats, each  $25 \times 25$  cm, were arranged in two rows along a 45-m transect, and the number of species occurring in each quadrat was recorded. (2) Two adjoining quadrats were then combined for a total of 180 quadrats of  $25 \times 50$ -cm each, and the number of species within each quadrat was recorded. (3) Then, two adjoining  $25 \times 50$ -cm quadrats were combined for a total of 90 quadrats of  $50 \times 50$  cm each, and the number of species occurring within each quadrat was recorded. (4) Two adjoining  $50 \times 50$ -cm quadrats were combined for a total of 45 quadrats of  $50 \times 100$  cm each, and the number of species in each quadrat was recorded. Data from these four quadrat sizes were used in the model analysis.

A second series of data was obtained using data from (1) sown, (2) over-sown, and (3) semi-natural grasslands in Banská Bystrica, Slovakia surveyed in 1998 (Shiyomi et al. 2004). In each grassland, we established a  $5 \times 5$ -m block that was divided into 100 quadrats measuring  $50 \times 50$  cm. The number of species in each of 50 quadrats, arranged in a checkerboard-like pattern, was counted and used for the model analysis.

## Results and discussion

Table 3 and Figure 1 show the results for Shaanxi Province. The means, variances of the original distributions, the mean of the fitted Poisson distribution, and the goodness of fit are shown in Table 3. In all cases, the means of the original frequency distribution were larger than the variance. The  $\chi^2$  test indicated that our model provided a good fit for the observed distributions.

Results for Slovakia are shown in Table 4. In all cases, the means for the original data were larger than the variance. The model fit the observed frequency distributions well (Figure 2). The means of the fitted Poisson series are also shown in Table 4.

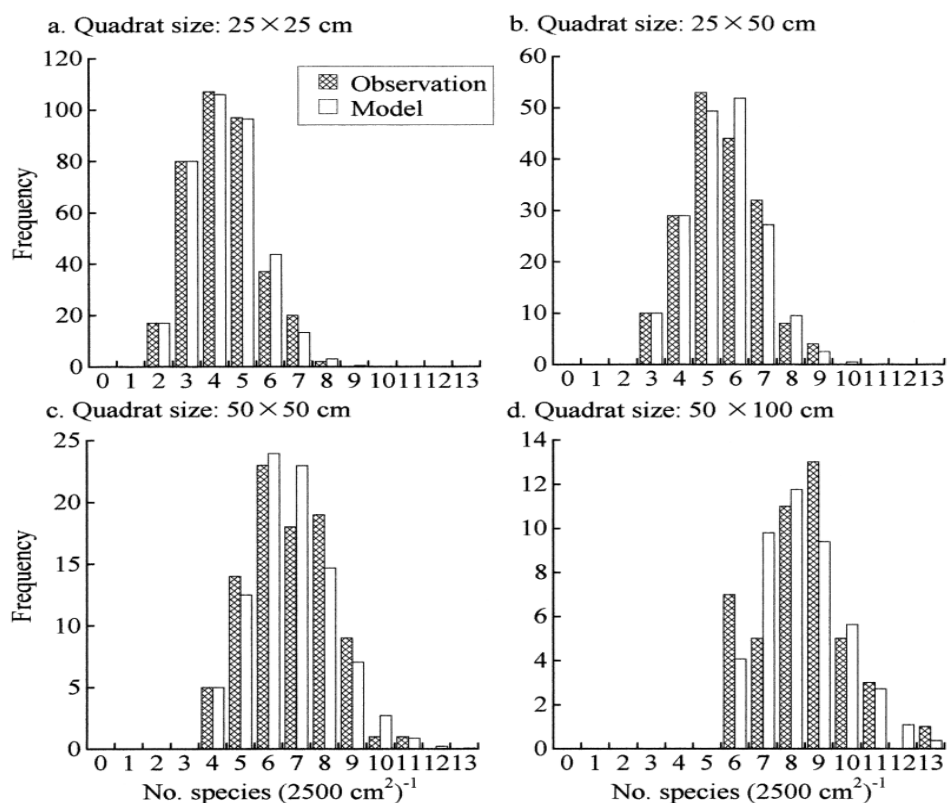
To better assess the spatial structure of plant communities, we attempted to build a model describing frequency distributions of species number per unit of ground area at a small scale. The proposed model fits the observed data well, successfully achieving our objective for this study. We did not have sufficient time to prepare additional examples to verify the robustness of the model prior to the submission of this paper. Thus, the model should be verified based on data obtained under various vegetation conditions.

Why is the mean larger than the variance in the frequency distribution of the species number per small area? Data at Step 0 were observed in the field. The manipulation to Step 1 subtracted one species from every quadrat from the original number of species at Step 0; that is, one species was excluded from each quadrat. Thus, the manipulation at Step 5 excluded five species from each quadrat. Some species at Step 0 occurred at high frequencies throughout all or most quadrats (Tables 3 and 4). On the other hand, some species only

**Table 3** Characteristics of species richness, the goodness of fit, and species with high occurrence for four quadrat sizes (*Leymus chinensis* grassland, Shaanxi, China)

Quadrat size, cm <sup>2</sup>	625	1250	2500	5000
No. quadrats	360	180	90	45
No. species per quadrat				
Mean	4.37	5.55	6.76	8.40
Variance	1.56	1.80	2.23	2.52
Mean of Poisson distribution†	0.91	1.05	1.92	2.52
Goodness of fit				
Chi-square	2.59	2.33	2.57	1.77
DF‡	2	2	3	2
Probability§	0.27	0.31	0.46	0.41
Species occurred > 40% of the total number of quadrats	<i>Leymus chinensis</i> , 344¶	<i>L. chinensis</i> , 175 <i>A. scoparia</i> , 166 <i>C. setosum</i> , 115 <i>Erodium stephanianum</i> , 78 <i>Artemisia scoparia</i> , 293	<i>L. chinensis</i> , 89 <i>A. scoparia</i> , 87 <i>C. setosum</i> , 68 <i>E. stephanianum</i> , 51	<i>L. chinensis</i> , 45 <i>A. scoparia</i> , 45 <i>C. setosum</i> , 37 <i>Gueldenstaedtia multiflora</i> , 36 <i>E. stephanianum</i> , 32 <i>Festuca ovina</i> , 24 <i>Heteropappus altaicus</i> , 20 <i>Setaria viridis</i> , 18 <i>Astragalus melilotoides</i> , 18

†Variance of Poisson distribution is equal to the mean; ‡Degrees of freedom; §We consider that the model is adequate when probability > 0.05; ¶Number indicates the number of quadrats where the species occurred.



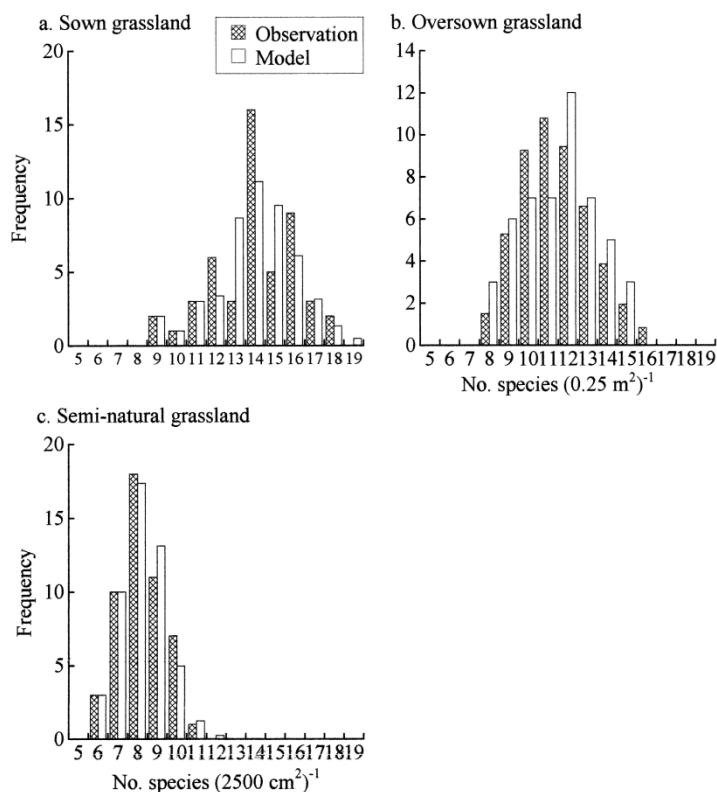
**Figure 1** Comparisons between frequency distributions of the observed number of species in four quadrat sizes in a semi-arid loess grassland of north Shaanxi Province and distributions calculated using the model (for mean, variance, and goodness of fit, see Table 3).

**Table 4** Characteristics of the number of species (species richness), the goodness of fit, and

main species with high occurrence for the sown, over-sown and semi-natural grasslands (Banská Bystrica, Slovakia, 1998)

Grassland	Sown	Over-sown	Semi-natural
No. species per quadrat			
Mean (0.25 m <sup>2</sup> ) <sup>-1</sup>	14.04	11.50	8.24
Variance	4.49	3.64	1.37
Mean of Poisson distribution <sup>†</sup>	2.57	3.50	0.76
Goodness of fit			
Chi-square	6.42	3.42	0.72
Degrees of freedom	3	4	1
Probability <sup>‡</sup>	0.09	0.49	0.40
Species occurred > 25 quadrats (The total number of quadrats: 50)	<i>Taraxacum officinale</i> , 50 <sup>¶</sup> <i>Glechoma hederacea</i> , 50 <i>Dactylis glomerata</i> , 49 <i>Festulolium</i> , 49 <i>Poa pratensis</i> , 47 <i>Trifolium repens</i> , 47 <i>Daucus carota</i> , 46 <i>Achillea millefolium</i> , 42 <i>Lolium perenne</i> , 37 <i>Falcaria vulgaris</i> , 37	<i>T. Officinale</i> , 50 <i>D. glomerata</i> , 50 <i>P. pratensis</i> , 50 <i>T. repens</i> , 50 <i>L. perenne</i> , 36 <i>Trisetum flavescens</i> , 48 <i>Cerastium holosteoides</i> , 44 <i>A. millefolium</i> , 30 <i>Festulolium</i> , 28	<i>T. officinale</i> , 50 <i>T. repens</i> , 50 <i>T. flavescens</i> , 50 <i>D. glomerata</i> , 49 <i>P. pratensis</i> , 49 <i>C. holosteoides</i> , 44 <i>Veronica serpyllifolia</i> , 29 <i>L. perenne</i> , 28 <i>A. millefolium</i> , 26

<sup>†</sup>The variance of Poisson distribution is equal to the mean; <sup>‡</sup>We consider that the model is adequate when probability > 0.05; <sup>¶</sup>Number indicates the number of quadrats where the species appeared.



**Figure 2** Frequency distributions of the observed number of species in three types of grassland in Banská Bystrica and those calculated using the model (for mean, variance, and goodness of fit, see Table 4)

occurred within a few quadrats, such as *Ixeris chinensis* and *Astragalus melilotoides* in the Shaanxi grassland and *Potentilla reptans* and *Plantago lanceolata* in the Slovakian grassland (not listed in the tables). It is reasonable to assume that these rare species are distributed within random quadrats, which is clearly demonstrated by the fact that the Poisson series, where the mean equals the variance, fit the frequency at Step 5 in the example in Table 1. As shown in Tables 3 and 4, the existence of species that occur at a high frequency raises the mean number of species but lowers the variance, indicating variation in the number of species among quadrats. In this way, the “mean > variance” relationship in the number of species per small-sized quadrat was generated in grassland vegetation communities.

## Conclusions

For the species number per unit ground area in grasslands, we often observe a “mean > variance” relationship. To determine why the mean is typically larger than the variance, we derived a frequency distribution model of per-unit area species richness and verified that species that frequently appear increase the mean but decrease the variation in richness. This model will be useful in community analysis.

## References

- Bonham C.D (1989) Measurements for Terrestrial Vegetation. Wiley-Interscience, New York. pp.79 - 80.
- Greig-Smith P (1983) Quantitative Plant Ecology, 3<sup>rd</sup> Edition. Blackwell Scientific Publication, London. pp. 54 - 104.
- Chen J *et al* (2008) Frequency distribution models for spatial patterns of vegetation abundance. Ecological Modelling 211 (3-4): 403 - 410.
- Lv J *et al* (2011) Structural characteristics of different grassland community types. Pratacultural Science 28: 1059 -1065.
- Shiyomi M *et al* (2004) Spatial patterns and species diversity of plant communities in sown, oversown, and semi-natural grasslands in Banská Bystrica, Slovakia. Grassland Science 50 (1): 1 - 8.

## Súčasný stav a vývoj pôd Slovenska pod trávnyimi ekosystémami

### Actual state and development of soils in Slovakia under grassland ecosystems

Jozef Kobza

Výskumný ústav pôdozvedectva a ochrany pôdy, Bratislava – Regionálne pracovisko Banská Bystrica, e-mail: j.kobza@vupop.sk, UMB – FPV Banská Bystrica, Tajovského 40

#### Abstract

Actual state and development of soil properties in Slovakia according to main threats to soil (contamination, acidification, salinization and sodification, soil organic matter, soil compaction and erosion) under various grassland ecosystems in Slovakia is evaluated in this contribution. The basic soil properties (pH, exchangeable Al, electrical conductivity (EC<sub>e</sub>), exchangeable sodium percentage (ESP), total content of salts, C<sub>ox</sub>, HA/FA, N<sub>t</sub>, physical properties (bulk density, porosity), as well as basic risk trace elements according to Act 220/2004 Z.z. have been measured and evaluated. The unified chemical and physical procedures were used according to work by Kolektív (2011).

On the basis of obtain results it was determined decrease of available nutrients (P and K), slight increase of soil organic matter with its stabilization, especially during last period. In addition, the processes of soil compaction and erosion are significant, but not such strong opposite arable soils. On the other hand, the content of risk trace elements in soil is practically without significant change also in industrial areas where emission situation has been improved during last 20 years.

**Key words:** grassland ecosystems, soil monitoring, soil degradation processes

#### Úvod

V tomto príspevku sa venujeme vývoju vlastností pôd pod trávnyimi ekosystémami, najmä po roku 1990, na základe dosiahnutých výsledkov monitoringu pôd Slovenska. Ide už prakticky o obdobie 2 dekád, za ktoré možno pozorovať už určité zmeny vo využívaní pôdneho fondu. Všeobecne sa znížili úrody poľnohospodárskych plodín (v porovnaní s obdobím pred rokom 1990) pri obmedzení nákladov vstupov do pôdy, narušili sa pôvodné oševné postupy, zvyšuje sa plocha pestovaných plodín v monokultúre, pribúda spustených pôd (do 500 tisíc ha), ktoré sa v minulosti prevažne poľnohospodársky využívali, pestujú sa energetické dreviny na ornej pôde, budujú sa slnečné kolektory, veterné elektrárne, poľnohospodárska pôda, často úrodná sa neustále zaberá (v súčasnosti priemerne u nás do 10 ha denne, v EU 240 ha denne).

Zníženie výmery trvalých trávnych porastov v členských krajinách EÚ je povolené maximum do 10% ich celkovej výmery v členskej krajine. Na základe údajov Eurostatu v rámci EÚ – 25, výmera trávnych porastov predstavuje 13%. Najväčšie výmery trvalých trávnych porastov sa nachádzajú v Írsku (42,9 %), Veľkej Británii (36,4 %), Rakúsku (21,6 %), Holandsku (20,8 %), Belgicku (17 %), Česku (10,7 %) a na Slovensku taktiež 10,7 %. Výmera trvalých trávnych porastov na Slovensku, evidovaná k 1.1. 2012, je 874 224 ha, čo predstavuje oproti predchádzajúcemu roku (k 1.1. 2011) úbytok o 2260 ha (UGKK, SR, 2012) Je to najväčší úbytok výmery trávnych ekosystémov v poslednom období! Významným faktorom v súčasnosti je tiež globálna klimatická zmena, ktorá sa prejavuje v nevyváženom vlhkostnom režime pôd. Výsledkom takýchto rýchlych zmien hospodárskeho využívania pôdy sa

prejavuje vo forme tzv. fenoménov, ktoré môžu byť na prvý pohľad vizuálne pozorovateľné, ale vo väčšej miere sú voľným okom nepozorovateľné a dajú sa identifikovať len laboratórne.

## **Materiál a metódy**

V príspevku sme vychádzali z podkladov permanentného systému monitorovania pôd na Slovensku. Sledované a hodnotené boli základné parametre vlastností pôd, ktoré sa vzťahujú ku konkrétnym ohrozeniam pôdy v zmysle návrhu EK pre monitoring pôd a hodnotenia možných degradačných procesov v pôdach (acidifikácia, salinizácia a sodifikácia, kontaminácia, pôdna organická hmota, kompakcia a erózia pôd). Analýzy boli vykonané na pracovisku laboratórnych činností pri Výskumnom ústave pôdoznalectva a ochrany pôdy (VÚPOP) v Bratislave podľa jednotných pracovných postupov rozborov pôd (Kolektív, 2011). Dosiahnuté výsledky boli spracované a vyhodnotené podľa zaužívaných štatistických postupov.

## **Výsledky a diskusia**

### *Fenomény acidifikácie pôd*

Tieto fenomény sa výraznejšie neprejavujú v morfológii pôd, prejavujú sa v zmene niektorých chemických vlastností, ako je zníženie hodnoty pôdnej reakcie, zvýšenie hodnoty aktívneho hliníka i v zmenách kationovej výmennej kapacity. Náchylnejšie na tieto fenomény sú kyslé pôdy na kyslých substrátoch (najmä kyslé kambizeme, rankre a podzoly, na ktorých sa nachádzajú v prevažnej miere trvalé trávne porasty), najmenej náchylné sú karbonátové pôdy (niektoré modálne rendziny, černozeme a čiernice karbonátové) kvôli dobrej pufrácej schopnosti voči kyslým záťažiam (napríklad kyslé dažde). Na základe našich doterajších zistení tvorba týchto fenoménov prebieha veľmi pozvoľne, avšak pri prerušení antropogénnej záťaže sa stávajú prakticky neidentifikovateľné.

### *Fenomény salinizácie a sodifikácie pôd*

Salinizácia je proces akumulácie neutrálnych sodných solí v pôde, predovšetkým chloridu sodného (NaCl) a síranu sodného (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). Indikátorom procesu salinizácie je jednak celkový obsah rozpustných solí v pôde a jednak merná elektrická vodivosť nasýteného extraktu pôdy (ECe).

Sodifikácia je proces viazania výmenného sodíka na sorpčný komplex pôd. Tento proces je podmienený prítomnosťou alkalických solí v pôde, predovšetkým uhličitanu sodného (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>), hydrouhličitanu sodného (NaHCO<sub>3</sub>) a kremičitanu sodného (Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>).

Indikátorom procesu sodifikácie je jednak obsah výmenného sodíka v sorpčnom komplexe (ESP) a jednak narastajúca pôdna reakcia (pH) (Sotáková, 1988, Valla a kol., 1983).

Nami doteraz získané poznatky z vývoja vlastností soľných pôd potvrdzujú súčasne prebiehajúce procesy salinizácie a sodifikácie, pričom proces sodifikácie je dominantný. Zároveň nami dosiahnuté výsledky meraní dovoľia konštatovať, že procesy salinizácie a sodifikácie prebiehajú od substrátových horizontov smerom k povrchu pôdy, pričom tento vývoj je zreteľnejší v pôdach so slabým až stredným vývojom soľných pôd. Mnohé z týchto pôd sa v minulosti využívali ako orné pôdy, v súčasnosti na nich výrazne prevažujú trvalé trávne porasty, prevažne so zastúpením chalkofilnej vegetácie (Obrázok 1).

**Obrázok 1** Zaburinený trávny porast na zasolenej pôde (Malé Raškovce)  
**Figure 1** Weedy grassland ecosystem on salty soil (Malé Raškovce)



**Tabuľka 1** Základné parametre zasolenej pôdy  
**Table 1** Basic parameters of salty soil

Hĺbka <sup>1</sup> (cm)	Celkový obsah solí <sup>2</sup> (%)	ESP <sup>3</sup> (%)	SAR <sup>4</sup>	ECe <sup>5</sup> (mS.m <sup>-1</sup> )	pH/H <sub>2</sub> O
0-10	0,09	7,2	1,2	62	7,6
20-30	0,22	28,7	17,6	77	7,7
35-45	0,29	31,0	19,7	113	8,1
70-80	0,30	31,9	20,6	242	8,4

<sup>1</sup>depth, <sup>2</sup>total content of salts, <sup>3</sup>ESP – exchangeable sodium percentage (percento výmenného sodíka), <sup>4</sup>SAR – sodium adsorption ratio (sodíkový absorpčný pomer), <sup>5</sup>ECe - electrical conductivity (elektrická vodivosť)

#### *Fenomény kontaminácie pôdy*

Tieto sú výsledkom intenzity pôsobenia zdrojov kontaminácie. Môže ísť o antropogénne alebo geogénne zdroje, prípadne aj zmiešané. Vysoký obsah rizikových prvkov nemusí ešte spôsobovať zmeny v morfológii pôdneho profilu (dajú sa zistiť len analyticky), avšak v bezprostrednom dosahu zdrojov kontaminácie (priemyselné areály, skládky, odpady, smetiská) môže dôjsť k výraznejším zmenám aj v morfológických vlastnostiach pôd. Tieto uvádzame na 2 príkladoch, kde sú prevažne viditeľné na povrchu pôdy najmä v prípade antropogénneho vplyvu (obr. 2), alebo môžu byť prekryté novším pôdno – sedimentárnym materiálom (obr. 3).

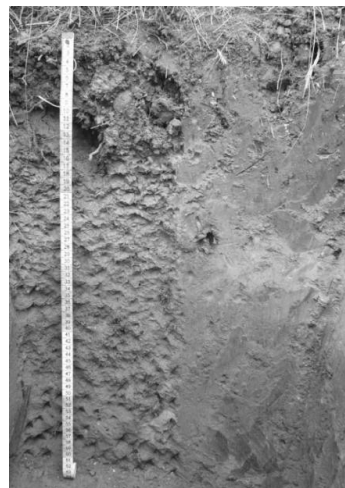
**Obrázok 2** Vrchná časť pôdneho profilu (kambizem modálna, varieta kontaminovaná) ovplyvnená Mg – úletmi (v areáli magnezitových závodov Hačava)

**Figure 2** Topsoil (Cambisol) influenced by Mg – emissions (in area of magnesite factory in Hačava)



**Obrázok 3** Výskyt popolčekovej vrstvy v pôdnom profile po pretrhnutí hrádze v r. 1965

**Figure 3** The occurrence of grey ash in soil profile after destroying of waste dam in 1965 year

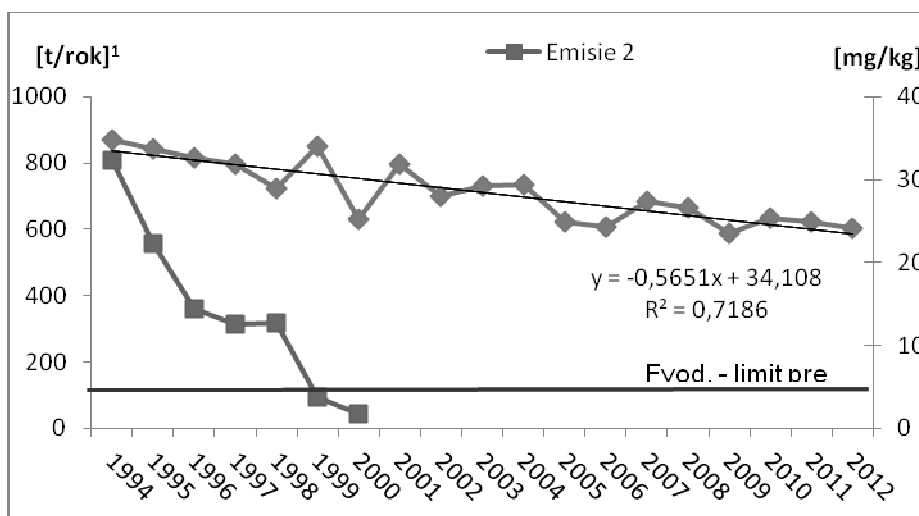


Na obr. 2 je vrchná časť pôdneho profilu kambizeme (v areáli magnezitových závodov Hačava) ovplyvnená Mg – náletmi. Na obr. 3 vidieť výskyt sivej popolčekovej vrstvy v hĺbke 40 cm profile fluvizeme po pretrhnutí hrádze pod Zemianskymi Kostol'anmi ešte v roku 1965 s vysokým obsahom As (nad  $900 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ )! V oboch prípadoch ide o dlhodobu vizuálne fenomény kontaminácie pôd. Detailnejšie sú popísané v predchádzajúcich publikáciách (Kobza a kol., 2010 a 2012).

V prevažnej väčšine však fenomény kontaminácie nie sú viditeľné voľným okom, ale je potrebné ich zistiť laboratórne. Z viacerých možných príkladov je možné uviesť situáciu vo vývoji fluóru v Žiarskej kotline (obr. 4).

**Obrázok 4** Vývoj fluóru oproti hlinikárni v Žiari nad Hronom

**Figure 4** Development of fluorine opposite Aluminium factory in Žiar nad Hronom



<sup>1</sup>t/year, <sup>2</sup>emissions, <sup>3</sup>F watersoluble in soil, <sup>4</sup>F watersoluble – hygienic limit for soil



I keď obsah fluóru v ovzduší je už v súčasnosti vyhovujúci, v pôde (oproti hlinikárni) je jeho obsah i napriek pozvoľnému znižovaniu stále vysoký a dosahuje i v súčasnosti takmer 5-násobok platného hygienického limitu (MPSR, 2004). Táto skutočnosť sa potvrdila aj na iných kontaminovaných lokalitách, čo znamená, že po roku 1990 v priebehu permanentného monitorovania pôd v SR nedošlo zatiaľ k významnému zníženiu ich kontaminácie (táto lokalita sa pred rokom 1994 využívala ako orná pôda). Pôdy pod trávnyimi porastami, pokiaľ boli kontaminované už v minulosti si tento nepriaznivý stav pomerne dobre a dlho udržiavajú, a preto ich treba pravidelne monitorovať.

#### *Fenomény pôdnej organickej hmoty (POH)*

Fenomény POH sú len čiastočne pozorovateľné vizuálne (zvyšujúca sa svetlosť A horizontov), prevažne však ich možno posudzovať laboratórne. Pri trvalých trávnych porastoch zisťujeme skôr nárast pôdneho humusu (výraznejšie prekorenenie oproti orným pôdam). Určitý význam tu má aj zatrávňovanie orných pôd. Zmeny v hodnotách celkového obsahu dusíka (Nt) sú zatiaľ minimálne. Kvalitatívne parametre pôdneho humusu (HK/FK) vykazujú určitú variabilitu v časovej následnosti, ich amplitúdy zatiaľ nevykazujú žiadnu charakteristickú tendenciu a hodnoty týchto parametrov sa udržiavajú v rozmedziach charakteristických pre daný pôdny typ, čo platí aj pre chemickú štruktúru humínových kyselín (HK).

#### *Fenomény kompaktie a erózie pôdy*

Z hľadiska pôvodu môže byť kompaktia v zásade primárna (podmienená prirodzenými vlastnosťami pôdy – napr. hlinito-ílovité až ílovité pôdy) a sekundárna (vplyv človeka), najmä prejazdy ťažkých mechanizmov. V praxi sa často vyskytuje ich kombinácia. Čo sa týka sekundárnej kompaktie, tento jav je typický všade tam, kde sa používa ťažká mechanizácia, najmä pri nevhodnej vlhkosti pôdy (optimálna vlhkosť pôdy pre obhospodarovanie sa pohybuje v rozpätí 25-30%). Kompaktia ako primárna, tak aj sekundárna znižuje infiltráciu zrážkovej vody, čo má za následok nielen zvýšenie povrchového odtoku a eróziu pôdy, ale najmä progresívnu tendenciu negatívnej bilancie vody v pôde. Na pôdach pod trávnyimi ekosystémami sú tieto procesy fyzikálnej degradácie pôd oveľa slabšie v porovnaní s ornými pôdami. Môžu sa však prejavovať na pôdach pod TTP, ktoré majú narušenú vrchnú časť pôdneho profilu, ako aj rastlinného pokryvu vplyvom mechanizmov, intenzívneho spásania a pod. Na pôdach najmä v oblasti flyšového pásma, ktoré sa nachádzajú na súvrstviach bridlíc pieskocov a ílovcov a ktoré vytvárajú dobré sklzné plochy, môže dochádzať, najmä pri intenzívnejších zrážkach k zosuvom.

**Obrázok 5** Zosuv na spustnutej pôde vo flyšovom pásme (Osturňa – Zamagurie)

**Figure 5** Landslide of abandoned soil on flysh area (Osturňa – Zamagurie region)



## Záver

V pôdach pod trávnyimi ekosystémami, oproti orným pôdam nedošlo po roku 1990 k výraznejším zmenám pôdných vlastností (Kobza a kol., 2009). Ich prípadný rozdiel v čase neprevyšuje často priestorovú heterogenitu týchto vlastností. To sa dotýka hlavne hodnôt pôdnej reakcie, sorpčných vlastností pôdy, ale aj obsahu prístupných živín, najmä fosforu a draslíka, kde je ich obsah v pôdach pod trávnyimi ekosystémami prevažne nízky až stredný. Napokon často ani v minulosti sa tieto pôdy nehnojili (najmä extenzívne porasty a vzdialené pozemky od hospodárskych stredísk). Obsah prijateľného horčíka je všeobecne dobrý, čo dokumentuje dobrú zásobenosť našich pôd týmto prvkom (Kobza a kol., 2009). Na pôdach pod trávnyimi ekosystémami však zisťujeme určitý mierny nárast pôdneho humusu, najmä v humídnejších oblastiach (lepšie prekorenenie oproti napr. orným pôdam), avšak jeho kvalitatívne parametre sa prakticky za posledné 2 dekády sledovania výraznejšie nezmenili (HK/FK,  $Q^4_6$ , C/N). V prípade, že niektoré lokality pod trávnyimi ekosystémami boli v minulosti kontaminované, ich nepriaznivý stav pretrváva aj v súčasnosti. Tu totiž nedochádzalo k postupnému zriedňovaniu koncentrácie kontaminantov vplyvom permanentnej kultivácie ako na orných pôdach. Výrazným fenoménom v poslednom období sa stáva taktiež pustnutie pôvodne poľnohospodárskych pôd porastené často samonáletmi drevín a zaburinením trávnych porastov.

## Literatúra

- Kobza J *et al* (2009) Monitoring pôd SR. Súčasný stav a vývoj monitorovaných vlastností pôd ako podklad k ich ochrane a ďalšiemu využívaniu (2002-2006). VÚPOP Bratislava 2009, 196 s. ISBN 978-80-89128-54-9.
- Kobza J *et al* (2010) Komplexné zhodnotenie aktuálneho stavu senzitívnych území vplyvu magnezitových závodov (Jeľšava-Lubeník a Hačava) s dopadom na riešenie pôdoochranných opatrení. VÚPOP Bratislava, 2010, 94 s. ISBN 978-80-89128-77-8.
- Kobza J *et al* (2012) Komplexné zhodnotenie aktuálneho stavu senzitívneho územia Horná Nitra s dopadom na riešenie pôdoochranných opatrení. VÚPOP Bratislava, 2010, 94 s. ISBN 978-80-89128-77-8.
- Kolektív (2011) Jednotné pracovné postupy rozborov pôd. VÚPOP Bratislava, 2011, 136 s. ISBN 978-80-89128-89-1
- MPSR (2004) Zákon č.220/2004 Z.z. o ochrane a využívaní poľnohospodárskej pôdy. Príloha č.2 pod čiastkou 96 zo dňa 28.04. 2004
- Sotáková S (1988) Návody na cvičenia z geológie a pôdoznalectva. Príroda Bratislava
- UGKK SR (2012) Štatistická ročenka o pôdnom fonde v SR k 1.1.2012.
- Valla M *et al* (1983) Cvičení z půdoznalství II. SPN Praha

## **Pedodiverzita a vývoj vybraných agrochemických vlastností na lokalite pod trávny porastom**

### **Pedodiversity and development of selection agrochemical properties on locality under grassland**

Jarmila Makovníková<sup>1</sup>, Miloš Širáň<sup>1</sup>

<sup>1</sup>VUPOP - Výskumný ústav pôdozvedectva a ochrany pôdy (Soil Science and Conservation Research Institute) Bratislava, Regionálne pracovisko Banská Bystrica, Mládežnícka 36, 97404 Banská Bystrica, Slovakia, j.makovnikova@vupop.sk

#### **Abstract**

Pedodiversity, detail spatial variability mapping, of direct indicators of acidification (pH v CaCl<sub>2</sub>) and compaction (soil bulk density) were realized on key monitoring locality Liesek (Dystric Planosols) test site (17 samples). Samples were collected in 5 m and 10 m distances from centre of locality in eight direction of cardinal points in depth 0 - 10 cm and 35 - 45 cm. Pedodiversity models of soil reaction and soil bulk density (in the depth 0 - 10 cm and 35 - 45 cm) in Surfer 7 were done. On the base of confidence interval and uncertainly rate of value measure methodology intervals of significant changes were determined. Time series of observed parameters (yearly from 2001 to 2012) value were overlap with intervals of significant changes to obtain significant observed parameters changes. The pH value changes were significant in 8 years. Negative changes (decrease of pH value) were observed in 5 years. Difference between pH value in 2001 and 2012 year was 0.52, that means shift of pH value to acid area with increased rate of all negative impacts of acidification. The soil bulk density value changes were significant in 6 years in topsoil and in 8 years in subsoil. Negative changes (soil bulk density increase) were observed in three cases in topsoil and in four cases within subsoil.

**Keywords:** Dystric Planosols, spatial variability, pH value, soil bulk density, confidence interval

#### **Úvod**

Acidifikácia, ako aj kompácia pôd patria podľa zákona č. 220/2004 Z.z. k degradačným procesom. Pôdna reakcia indikuje acido-bázické reakcie v pôde a je výsledkom celkovej bilancie iónov v pôdnom roztoku. Objemová hmotnosť pôdy sníma fyzikálny stav pôdy a je výsledkom tak prirodzeného uľahčenia ako aj utlačania pôd vplyvom poľnohospodárskych mechanizmov, príp. hospodárskych zvierat. Optimálna hodnota pôdnej reakcie aj objemovej hmotnosti patrí ku kľúčovým aspektom pri hodnotení kvality pôdy (Johnston, 2004) ako aj pri hodnotení produkčných a environmentálnych funkcií pôdy (Makovníková *et al.*, 2007). Priamym indikátorom stavu acidifikácie pôdy je hodnota pôdnej reakcie, priamym indikátorom kompácie pôd je objemová hmotnosť pôdy. Sledovanie vývoja acidifikácie a kompácie je jednou z úloh monitoringu pôd, ktorý sleduje časové zmeny vybraných vlastností pôd v sieti monitorovacích lokalít (Kobza *et al.*, 2009).

#### **Materiál a metódy**

Lokalita Liesek patrí k stredne ťažkým pôdam so stredným obsahom humusu. Nachádza sa v Oravskej kotline v Podhoľno-magurskej oblasti. Na lokalite je pseudoglej kultizemný,

vyvinutý na sprašových hlinách. Lokalita sa využívala ako orná pôda, v období monitorovania (2000 – 2012) došlo k zmene druhu pozemku a od roku 2002 je na lokalite trávny porast. Monitoring na kľúčových lokalitách zabezpečuje podrobné kontinuálne sledovanie pôdných parametrov so zohľadnením variability (5 odberových miest) a to na ploche kruhového tvaru o polomere 10 m a celkovej ploche 314 m<sup>2</sup> v 1-ročných intervaloch v jarnom období (Kobza *et al.*, 2009). Mapovanie pedodiverzity, podrobnej priestorovej variability, hodnôt indikátora acidifikácie (pH v CaCl<sub>2</sub>) a kompaktie (objemovej hmotnosti pôdy -OH) ako podklad pre vymedzenie signifikantných zmien časových radov, sme uskutočnili na jar v roku 2009 podľa polárneho rastra na 17 odberových miestach umiestnených vo vzdialenosti 5 m a 10 m od stredu monitorovanej lokality v ôsmich smeroch smerovej ružice svetových strán v hĺbke 0-10 cm a 35–45 cm. V odobratých porušených vzorkách bola stanovená výmenná pôdna reakcia (pH v CaCl<sub>2</sub>) potenciometricky a objemová hmotnosť pôdy redukovaná bola stanovená gravimetrickou metódou v neporušených pôdných vzorkách odobratých prostredníctvom fyzikálnych valcov o objeme 100 cm<sup>3</sup> (Kolektív 2011). Priestorovú variabilitu priamych indikátorov sme využili ako podklad pre vymedzenie intervalu preukazných zmien vývojových časových radov. Obojstranný konfidenčný interval pre aritmetický priemer  $x$  normálneho rozdelenia na hladine pravdepodobnosti 95 % bol stanovený v podľa vzorca:  $x - 2\sigma / \sqrt{n} \leq x \leq x + 2\sigma / \sqrt{n}$ , kde stredná kvadratická odchýlka odhadu  $\sigma$  je definovaná ako súčet druhej mocniny vychýlenia odhadu a disperzie odhadu a  $n$  je počet meraní. Štatistické spracovanie a vyhodnotenie výsledkov bolo realizované v programe STATGRAPHIC 5.0, grafické spracovanie v programe Surfer7.

## Výsledky a diskusia

Popisná štatistika normálneho rozdelenia hodnôt pH a OH je uvedená v tabuľke 1.

**Tabuľka 1** Popisná štatistika hodnôt pH a OH v hĺbke 0–10 cm a v hĺbke 35–45 cm  
**Table 1** Descriptive statistic of pH values and OH in the depth 0-10 cm and 35-45 cm

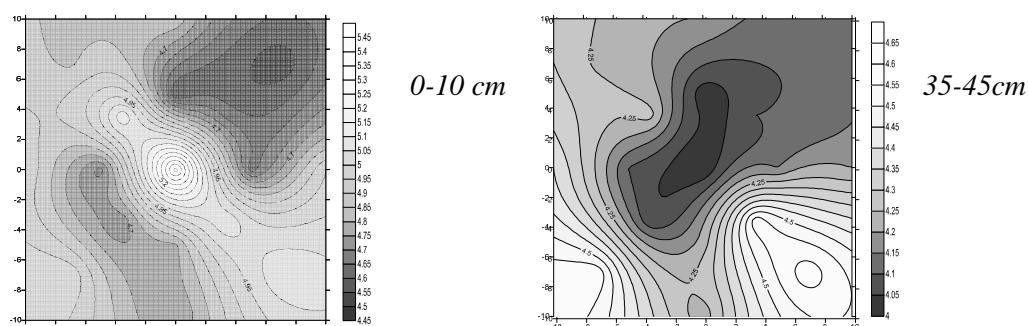
štatistický parameter <sup>1</sup>	pH		objemová hmotnosť pôdy (g.cm <sup>-3</sup> )	
	hĺbka <sup>6</sup> 0 – 10 cm	hĺbka <sup>6</sup> 35 – 45 cm	hĺbka <sup>6</sup> 0 – 10 cm	hĺbka <sup>6</sup> 35 – 45 cm
Priemer <sup>2</sup>	4,811	4,241	1,312	1,534
Minimum <sup>3</sup>	4,470	4,000	1,209	1,486
Maximum <sup>4</sup>	5,430	4,630	1,415	1,605
stredná kvadratická odchýlka <sup>5</sup>	0,242	0,192	0,067	0,031

<sup>1</sup>statistic parameter, <sup>2</sup> average, <sup>3</sup> minimum, <sup>4</sup> maximum, <sup>5</sup> standard deviation, <sup>6</sup> soil depth

Hodnota pôdnej reakcie patrí k parametrom pôdy s nižšou priestorovou variabilitou v porovnaní s obsahom prístupných živín ako aj obsahom organického uhlíka (Deurer, Bottcher, 2007, Penížek, Rohožková, 2004), strednú kvadratickú odchýlku pH v intervale od 0,5 do 1 na transektoch od 0 – do 100 m udáva Hédli *et al.* (2004). Pomocou Surfer 7, s aplikáciou krígingu s autokoreláciou susedných bodov sme získali podrobný priestorový model plošnej variability priameho indikátora acidifikácie (pH) na lokalite v hĺbke 0-10 cm a v hĺbke 35–45 cm (obr.1) a kompaktie (OH) v hĺbke 0-10 cm a v hĺbke 35–45 cm (obr. 2).

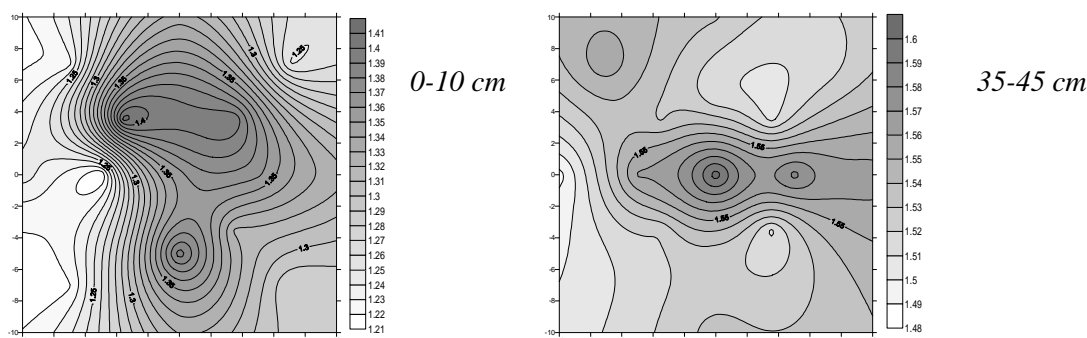
**Obrázok 1** Pedodiverzita pH v hĺbke 0-10 cm a v hĺbke 35-45 cm

**Figure 1** Pedodiversity of pH value in the depth 0-10 cm and 35-45 cm



Sledovaná lokalita má hodnoty pH v kyslej a silne kyslej oblasti, najnižšie hodnoty pH v hĺbke 0-10 cm sú v severovýchodnej časti lokality, v hĺbke 35-45 cm sa posúvajú a rozširujú do stredu lokality.

**Obrázok 2** Pedodiverzita OH v hĺbke 0-10 cm a v hĺbke 35-45 cm  
**Figure 2** Pedodiversity of OH in the depth 0-10 cm and 35-45 cm



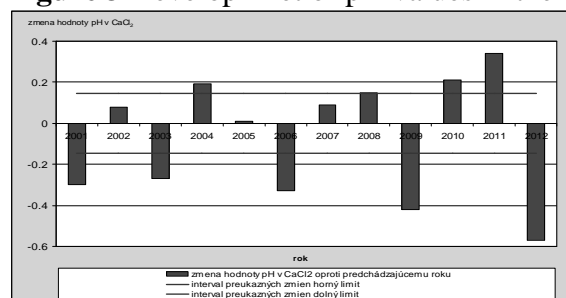
Podľa zákona 220/2004 Z.z. v hĺbke 0-10 cm pôda nie je uľahnutá, kompakcia sa prejavila v hĺbke 35-45 cm ako dôsledok pedogenézy pôdneho typu, ktorý podľa výsledkov monitoringu pôd (Kobza *et al.*, 2009) patrí k najnáchylnejším na primárnu kompakciu. Pri analýze časových radov a stanovení preukazných zmien je dôležité poznať priestorovú variabilitu konkrétneho parametra (Hédl *et al.*, 2004) a to na konkrétnej lokalite. Na základe obojstranného konfidenčného intervalu pre strednú hodnotu a miery neistoty analytického stanovenia hodnôt pH v  $\text{CaCl}_2$  ( $\pm 0,02$  až  $\pm 0,05$ ) a objemovej hmotnosti pôdy ( $\pm 0,01 \text{ g.cm}^{-3}$ ) (Kolektív, 2011) sme stanovili interval preukaznosti zmien a konfidenčné intervaly indikátorov časových radov na lokalite (tab. 2).

**Tabuľka 2** Konfidenčné intervaly a intervaly preukazných zmien pre pH v  $\text{CaCl}_2$  a OH  
**Table 2** Confidence interval and intervals of significant changes for pH value and OH

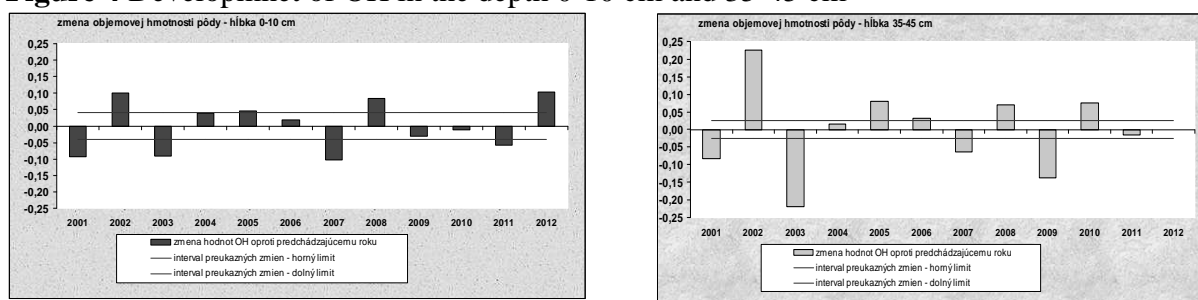
parameter	konfidenčný inetrval	interval preukazných zmien
pH v $\text{CaCl}_2$ v hĺbke 0-10 cm	4,694 – 4,928	$4,811 \pm 0,117$
pH v $\text{CaCl}_2$ v hĺbke 35-45 cm	4,178 – 4,364	$4,241 \pm 0,093$
OH v hĺbke 0-10 cm	1,280-1,344	$1,312 \pm 0,032$
OH v hĺbke 35-45 cm	1,519-1,549	$1,534 \pm 0,015$

Prekrytím zmien hodnôt pôdnej reakcie v časových radoch sme stanovili signifikantné zmeny hodnôt priamych indikátorov v čase (napr. zmena v roku 2002 = hodnota pH v roku 2002 – hodnota pH v roku 2001) na lokalite v hĺbke 0 - 10 cm (obr. 3, 4).

**Obrázok 3** Vývoj hodnôt pH na lokalite v hĺbke 0 – 10 cm  
**Figure 3** Developmnet of pH values in the depth 0-10 cm



**Obrázok 4** Vývoj hodnôt OH na lokalite v hĺbke 0 – 10 cm a 35-45 cm  
**Figure 4** Developmnet of OH in the depth 0-10 cm and 35-45 cm



V priebehu rokov 2000 – 2012 v 8 rokoch došlo k preukazným zmenám hodnôt aktívnej pôdnej reakcie, pričom v rokoch 2001, 2003, 2006, 2009 a 2012 išlo o negatívne zmeny, zníženie hodnôt pôdnej reakcie, ktoré sú spojené so zvýšenou mierou negatívnych dôsledkov acidifikácie. Acidifikačné trendy na sledovanej lokalite môžu byť aj dôsledkom kyslých zrážok (SHMU, 2011), ktorých pH sa pohybuje v rozmedzí 4,4 až 5,1. Zmeny OH boli signifikantné v 6 rokoch (v 3 rokoch išlo o negatívne zmeny) v hĺbke 0-10 cm a v 8 rokoch v hĺbke 35 – 45 cm (v 4 rokoch išlo o negatívne zmeny).

## Záver

V monitoringu pôd je nevyhnutné sledovať tendencie zmien sledovaných parametrov aj so zohľadnením priestorovej heterogenity. Pri analýze časových radov a stanovení preukazných zmien je preto dôležité poznať podrobnú priestorovú variabilitu konkrétneho parametra a to na konkrétnej lokalite, aby sa rozdiely v priestore nezamieňali za nevratné vývojové zmeny v čase, čím by sa vytvárali neobjektívne informácie o vývoji pôd. Lokalita Liesek počas celej doby sledovania patrí v hĺbke 0-10 cm k rizikovým lokalitám z hľadiska acidifikácie a v hĺbke 35-45 cm z hľadiska kompaktie.

## Literatúra

- Deurer M – Bottcher J (2007) Evaluation of models to upscale the small scale variability of cd sorption in a case study. *Geoderma* 137 (3-4): 269 - 278
- Hédl R *et al* (2004) Acidifikace lesních půd jeseníku, metodologické a stanovištní vplyvy. In *Sborník z konference na téma Biodiverzita*, (ed. Rohošková, M) Roztoky u Krivoklátu, ČZU Praha, 2004: 40–42, ISBN 80 – 213-1248-3
- Johnston A.E (2004) Soil Acidity – Resilience and Thresholds. In: Schjonning P *et al* (eds.) *Managing soli quality*. CABI Publishing, 2004, 344 p., ISBN 85-1996-71-X
- Kobza J *et al* (2009) Monitoring pôd SR. Aktuálny stav a vývoj monitorovaných pôd ako podklad k ich ochrane a ďalšiemu využívaniu. Bratislava, 2009: 200 str., ISBN 978-80-89128-54-9
- Kolektív (2011) Jednotné pracovné postupy rozborov pôd. VUPOP Bratislava, 2011:136s. ISBN 978-80-89128-89-1
- Makovníková J. *et al.*(2007) Approach to the assessment of transport risk of inorganic pollutants based on the immobilisation capability of soil. In *Plant, Soil and Environment*, vol.53 (8) 365 – 373
- Penížek V – Rohošková M (2004) Variabilita vybraných půdních vlastností antropozemní výsypky Pokrok. In *Sborník z konference na téma Biodiverzita*, (ed. Rohošková, M) Roztoky u Krivoklátu, ČZU Praha, 2004:162-64, ISBN 80 – 213-1248-3
- Spáva o kvalite ovzdušia a podiele jed. zdrojov na jeho znečisťovaní. SHMU 2011
- Zákon 220/2004 Zákon o ochrane a využívaní poľnohospodárskej pôdy

## Možnosti sequestrácie uhlíka v TTP na kambizemiach

### The possibilities sequestration of carbon in permanent grassland on cambisols

Alena Rogožníková<sup>1</sup>, Boris Pálka<sup>2</sup>, Slávka Bohunčáková<sup>2</sup>

<sup>1</sup>CVRV Piešťany - Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva (Grassland and Mountain Agriculture Research Institute), Mládežnícka 36, 974 21 Banská Bystrica, Slovakia, rogoznikova@vutphp.sk

<sup>2</sup>VUPOP - Výskumný ústav pôdoznalectva a ochrany pôdy, Bratislava, (Soil Science and Conservation Research Institute Bratislava) Regionálne pracovisko Banská Bystrica, Mládežnícka 36, Slovakia, b.palka@vupop.sk; s.bohuncakova@vupop.sk

#### Abstract

This article presents the results of measurements of CO<sub>2</sub> production at three sites on the soil type cambisols with two different ways of agricultural soil utilization. The aim is to compare and quantify potential opportunities to preserve soil carbon. Current respiratory activity of the soil profile and soil organic matter was evaluated by field trials measuring CO<sub>2</sub> production method IRGA (infrared gas analyzer) Stability of soil microbial biomass carbon fractions were analyzed rehydration method. For habitats of the most abundant type of soil quality groups 6-9 cambisols we found geographical coordinates using GPS. Summarization of data, we evaluated differences in respiratory activity quantified with potential options for reducing emissions from agricultural activities sequestration carbon in grassland soils, converted to arable land cambisols the repose of 7 ° and above 12 ° degrees.

**Keywords:** carbon sequestration, carbon fractions, soil respiration, cambisols, soil erosion

#### Úvod

Ekosystém na globálnej úrovni tvoria procesy biosféry Zeme, ktoré sú založené na zložitom princípe kolobehu mnohých prvkov, najmä uhlíka (C) a dusíka (N). Geochemické, hydrosférické a atmosférické procesy vstupujú do reverzibilných a ireverzibilných dejov rôznej intenzity a v rôznych posunoch časových intervalov, pričom sa ich zmeny výrazne navzájom ovplyvňujú ako vo formách výskytu, tak aj v ich primárnych a sekundárnych funkciách (Odum 1977; Blažej et al. 1981).

K zmierneniu negatívnych zmien, na základe princípov udržateľného rozvoja, sú pre poľnohospodársky sektor riešené čiastkové problémy v hydrosfére (eutrofizácia), v atmosfére (emisie skleníkových plynov, acidita zrážok) a v pedosfére (znižovanie úrodnosti a zdravia pôd). So zámerom zmiernenia dopadu klimatickej zmeny zvýšením podielu stabilizácie viazaného C v pôdach celého sveta sa predpokladá obsah cca 1 500 Gt (10<sup>9</sup>) organického C (Smith et al. 2008). Podľa správy IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007) zmena klímy ovplyvňuje rast globálnej teploty a vedie k zmenám v celom klimatickom systéme. Intenzívnenie frekvencie extrémnych prejavov počasia budú ovplyvňovať najmä poľnohospodárstvo (Barančíková et al. 2010). Na Slovensku podľa SHMÚ bol zaznamenaný nárast koncentrácie CO<sub>2</sub> 330 ppm (z rokov 1961-1990) s predpokladom nárastu na 660 ppm (v rokoch 2061-2090). Prejavuje sa to aj na regionálnej úrovni (banskobystrický kraj), kde bol zistený zvýšený počet letných dní (z 29 z roku 2002 na 34 v roku 2009) a tropických dní (z 11 na 13).

Znižovanie emisií C v poľnohospodárstve je možné dosiahnuť metódou zníženia tvorby emisií zvyšovaním efektivity poľnohospodárskej činnosti zhodnocovaním plynných zložiek alebo metódou zvýšenia obsahu C vo viazanej forme. Obsah CO<sub>2</sub> môže byť znížený metódou prirodzeného zachytenia biologickými, chemickými a fyzikálnymi procesmi.

Cieľom príspevku je kvantifikovať rozdiely medzi dvomi spôsobmi využívania pôdy (trávny porast a orná pôda) so zámerom zistiť potenciálne možnosti zníženia emisií z poľnohospodárskej činnosti sequestráciou uhlíka trávny porastmi v pôdnom type kambizeme (KM). KM sa nachádzajú v stredných a vyšších nadmorských výškach so schopnosťou zadržiavať a akumulovať zrážkovú vodu s dobrou filtračnou schopnosťou, ale iba so strednou úrodnosťou a s vhodnosťou len pre užší sortiment poľnohospodárskych plodín. Úrovně mikrobiologických aktivít s odlišným využitím jednotlivých pôdnych typov boli hodnotené v rámci riešenia rezortnej úlohy výskumu a vývoja MP SR, CVRV – VÚTPHP Banská Bystrica: „Multifunkčné využívanie trávnych porastov v podhorských a horských oblastiach“.

## **Materiál a metódy**

Výber jednotlivých odberových stanovišť bol uskutočnený z informačného systému a databáz Výskumného ústavu pôdozvedectva a ochrany pôdy (VUPOP). Na vytvorenej vrstve ornej pôdy (OP) z bonitačného informačného systému sa návazne vyčlenili skupiny pôd horšej kvality (kvalitatívna skupina 6-9). Následnou rastrovou analýzou v geografickom informačnom systéme (GIS) prekrytím získaných vrstiev s vrstvou sklonitosti reliéfu Slovenska nad 7° a 12° (Obrázok 1), sme vybrali najviac zastúpený pôdny typ OP kvalitatívnych skupín 6-9 na svahoch nad 7° a 12° - kambizeme. Zvolili sme tri stanovišťa (Slovenská Ľupča, Tajov a Kordíky) s určením odberových miest s odlišným využitím pôd – OP a trvalé trávne porasty (TTP), ktorým boli zistené geografické súradnice pomocou GPS. Aktuálna respiračná aktivita pôdneho profilu s pôdnou organickou hmotou (POH) bola vyhodnotená na základe terénnych pokusov meraním produkcie oxidu uhličitého (CO<sub>2</sub>) metódou infračervenej plynovej analýzy (IRGA – Infrared gas analyzer). Pôdne vzorky boli odobraté pomocou pôdneho vrtáku Ejkelkamp z horizontu 0-150 mm, zhomogenizované s vyselektovaním horninových zvetralín a organických zvyškov koreňového systému fytomasy. K zhodnoteniu zmien biologických vlastností 3 odberových stanovišť vo vzťahu k 2 vybraným využívaniam pôdneho krytu (TTP a OP), bola využitá gravimetrická metóda na stanovenie absolútnej pôdnej sušiny, chemická odmerná kvantitatívna analýza stanovenia obsahu celkového oxidovateľného uhlíka (Cox) titračnou (upravenou Ľurinovou) metódou [%]. Stanovením obsahu uhlíka mikrobiálnej biomasy (MBC) fyzikálno-chemickou analýzou optickej spektrografie – rehydratačnou metódou [ $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ] bolo kvantifikované množstvo ľahko rozložiteľných organických uhlíkatých látok a stabilita POH. Zo sumarizácie vyhodnotených údajov boli kvantifikované rozdiely medzi technológiami využívania pôdy (TTP a OP) so zreteľom na potenciálne možnosti zníženia emisií z poľnohospodárskej činnosti sequestráciou uhlíka TTP-mi v pôdnom type KM.

## **Výsledky a diskusia**

Namerané údaje produkcie CO<sub>2</sub> boli vyhodnotené ako emisný tok plynu CO<sub>2</sub> [ $\text{g CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{hod}^{-1}$ ] a boli prepočítané na množstvo C [ $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ] (Tabuľka 1). Technika sequestrácie C prirodzenou cestou do pôdy je v kladnej korelácii so zvýšením stability POH (Tabuľka 2). V OP sme zistili o 10,03% viac ľahkorozložiteľných látok ako v TTP, čo sa potvrdilo aj pomermi obsahu MBC k jednotlivým obsahom frakcií C a k Cox. MBC v TTP na KM má v pomere k extracelulárnemu uhlíku o 9,34% a v pomere k Cox o 35,59% vyššiu stabilitu oproti KM



s OP. Vnútrobunkový C (In\_C) nepreukazuje významnú variabilitu z technológie využívania pôd, ale diferenciácia pomerov s MBC poukazuje o 19,67% vyššiu viazanosť C v TTP. Obhospodarovanie pôd s podporou biosequestrácie C má vplyv na zvýšenie produkčnej schopnosti KM. Z priestorovej analýzy vykonanej v GIS sme zistili, že z celkovej výmery poľnohospodárskej pôdy (PP) SR tvoria KM takmer 29,3 %, čím sa zaraďujú medzi najrozšírenejší pôdny typ, z toho 23 % je OP. Na svahoch so sklonom väčším ako 7 stupňov sa nachádza až 30,1% a so sklonom väčším ako 12 stupňov sa nachádza 3,3% z celkovej výmery oraných KM.

Vzhľadom k častému výskytu KM v svahovitejších polohách bývajú často erodované a tým môžu ohroziť povrchové vodné zdroje. Erózia pôdy je vážne degradačné riziko, ktoré priamo vplýva na znižovanie produkčného potenciálu PP (Rogožníková et al. 2011). V procese erózie dochádza k stratám najúrodnejšej (biologicky aktívnej) vrstvy pôdy, čo je príčinou znižovania obsahu prístupných živín a POH. Potenciálne ohrozenejšie sú pôdy nachádzajúce sa na výraznejších svahoch horských a podhorských oblastí. V zmysle zákona o ochrane a využívaní PP (220/2004 Z.z.) je žiadúce minimalizovanie degradačného vplyvu erózie na pôdu využívaním vhodných protieróznych opatrení a postupov. Aj podľa normy STN 75 4501 je pri predchádzaní erózie pôdy dôležité protierózne umiestnenie plodín. Na OP so sklonom svahu väčším ako 7° je potrebné pestovanie úzkoriadkových a hustosiatych plodín a so sklonom viac ako 12° sa odporúča pestovať hustosiate viacročné plodiny. Orané KM na svahoch nad 7 stupňov potenciálne ohrozuje vysoká až extrémna erózia na 86% z ich celkovej výmery (Tabuľka 3). Jedným z najlepších protieróznych opatrení je aj orané plochy na výrazných svahoch, ktorá sa vyznačuje nižšou kvalitou, zatrávniť.

V konečnom dôsledku úprava poľnohospodárskych praktík zatrávňovaním nízkoпродукčnej OP za účelom biosequestrácie C podporuje zníženie erózneho rizika pôd.

**Tabuľka 1.** Priemerný obsah produkcie CO<sub>2</sub> [ppm] a priemerný emisný tok plynu CO<sub>2</sub> [gCO<sub>2</sub>.m<sup>-2</sup>.hod<sup>-1</sup>] terénnym meraním na trávnom poraste a na ornej pôde na kambizemiach  
**Table 1** The average content of CO<sub>2</sub> production [ppm] and an average emission flow of gas CO<sub>2</sub> [gCO<sub>2</sub>.m<sup>-2</sup>.hod<sup>-1</sup>] field measurements on grassland and on arable land on cambisols

využitie pôd	odber stan.	CO <sub>2</sub> metódou IRGA [ppm]					prietok CO <sub>2</sub> [g CO <sub>2</sub> . m <sup>-2</sup> .hod <sup>-1</sup> ]					prepočet [tC.ha <sup>-1</sup> ] za veg. obd.
		CO <sub>2</sub>	MIN	MAX	smer. odch.	variač. koef.	CO <sub>2</sub>	MIN	MAX	smer. odch.	variač. koef.	
TTP	1	520	506	543	14,00	1,93	1,13	0,88	1,19	0,22	0,80	13,50
	2	463	453	476	11,68	2,52	0,74	0,63	0,83	0,10	0,19	8,80
	3	479	462	503	24,99	0,32	0,90	0,75	1,01	0,13	0,13	10,80
OP	1	532	509	566	29,87	8,50	1,59	1,27	2,12	0,46	0,29	19,00
	2	487	483	494	6,08	4,60	1,40	1,23	2,00	0,54	0,39	16,70
	3	555	547	560	7,00	8,90	1,23	1,18	1,31	0,07	0,06	14,70
<i>ovzdušie</i>		341	338	345	4,90	1,50	0,03	0,02	0,04	0,01	33,30	

\* odberové stanovište: 1– Slovenská Ľupča; 2 – Tajov; 3 – Kordíky

**Tabuľka 2.** Priemerné hodnoty pôdnej mikrobiálnej biomasy s analýzou obsahu frakcií organického C v pôde na trávnom poraste a na ornej pôde na kambizemiach

**Table 2** The average values of soil microbial biomass content analysis of fractions of organic carbon in the soil on grassland and on arable land for cambisols

využitie pôd	odber stan.	Ex_C	tot. Extr_C [ $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ]	MB_C	IN_C	MB_C/Ex_C	MBC/Cox [%]	EX_C/Cox
TTP	1	46,11	404,80	1434,78	88,61	31,12	5,74	0,21
	2	49,97	397,09	1388,50	87,42	27,79	5,56	0,32
	3	57,68	447,23	1558,20	87,10	27,01	6,24	0,59
OP	1	57,68	508,94	1805,04	88,67	31,29	8,11	0,25
	2	53,82	497,37	1774,19	89,18	32,96	7,97	0,44
	3	57,68	485,80	1712,48	88,13	29,69	7,70	0,74

EX\_C - extracelulárny uhlík [ $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ]; tot Extr\_C - celkový extrahovateľný uhlík [ $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ];  
*legenda:* MB\_C - uhlík mikrobiálnej biomasy [ $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ]; IN\_C - intracelulárny uhlík [%]  
 odberové stanovište: 1– Slovenská Ľupča; 2 – Tajov; 3 – Kordíky

**Tabuľka 3.** Potenciálne erózne ohrozenie oraných kambizemí kvalitatívnych skupín 6-9 na svahoch.

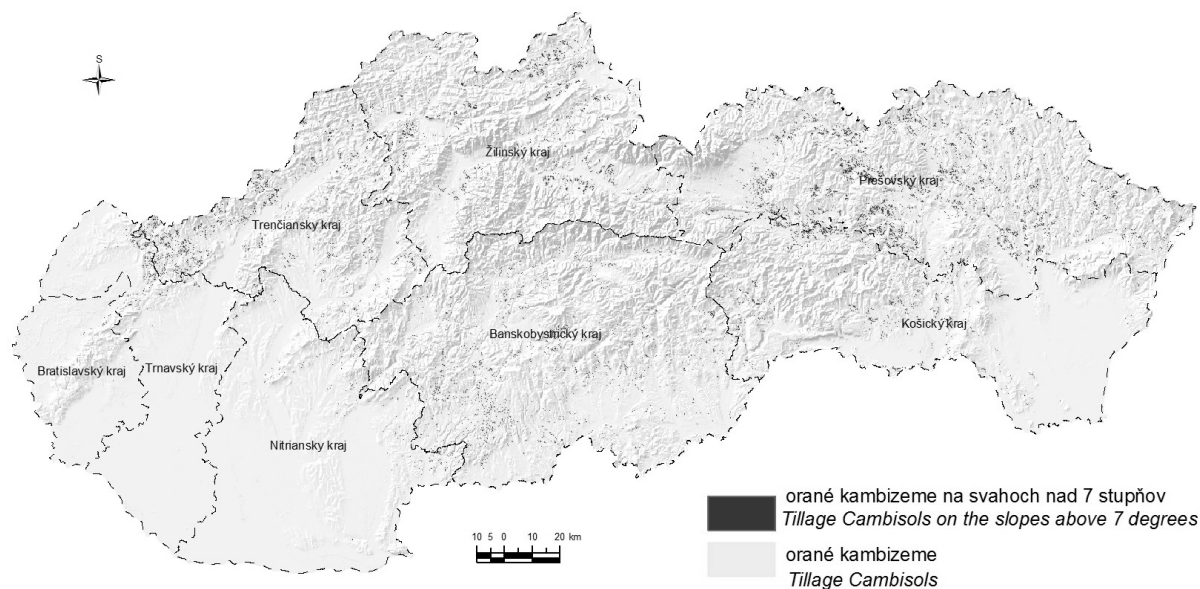
**Table 3** Potential erosion risk of tillage Cambisols in qualitative groups 6-9 on the slopes.

Katégorie erózie (Categories of erosion)	> 7° (%)	> 12° (%)
1 – Žiadna až slabá (0 - 4 t/ha/rok)	11,9	11,8
2 – Stredná (4 - 10 t/ha/rok)	1,9	0,1
3 – Vysoká (10 - 30 t/ha/rok)	37,8	6,5
4 – Extrémna (> 30 t/ha/rok)	48,4	81,6

1- none or low, 2 - medium, 3 - high, 4 – extreme

**Obrázok 1.** Orané KM a orané KM na svahoch so sklonom nad 7° v rámci Slovenska.

**Figure 1** Tillage Cambisols and tillage Cambisols with a slope of more than 7° in Slovakia.



## Záver

Využívanie pôdy je jedným z dominantných faktorov pre kvantitatívny obsah viazaného C v pôde, z TTP na kambizemiach sa uvoľňuje v rozsahu od 8,8-13,5 t C.ha<sup>-1</sup> a z OP v rozsahu od 14,7-19,0 t C.ha<sup>-1</sup> za vegetačné obdobie.

Ak sa trávne porasty, obhospodarované lesné územia alebo pôvodné ekosystémy menia na OP v pôde sa zvyšuje obsahu menej stabilnej formy C a samotný C sa uvoľňuje v plynnej forme do ovzdušia. Pôdny typ KM s nižšou kvalitou na svahoch nie je vhodný z hľadiska protieróznej ochrany pôd na produkciu potravín, ale je schopný potenciálnej sequestrácie C takmer o 35%, zmenou poľnohospodárskeho využitia pôdneho krytu, napríklad zatrávením. Tento proces je dôležitý z hľadiska pohlcovania CO<sub>2</sub>.

Zvýšenie stability organických zložiek v pôdach umožní dlhodobý záchyt uhlíka z atmosféry. Navrhnuté metodiky a postupy sú využiteľné najmä pre efektívnu lokalizáciu poľnohospodárskej výroby v súlade so zásadami dobrých agroenvironmentálnych podmienok (GAEC) vzhľadom na trvalo udržateľné využívanie kultúrnej krajiny.

## Literatúra

Barančíková G *et al* (2010) Monitoring pôd Slovenska. Bratislava : Výskumný ústav pôdoznavectva a ochrany pôdy, 2010 : 40. ISBN 978-80-89128-73-0

Blažej A *et al* (1981) Chemické aspekty životného prostredia. Bratislava : ALFA, 1981. 595 s. ISBN 63-555-81.

IPCC (2007) Summary for policy makers. Climate Change 2007: Synthesis Report. Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel for Climate Change

Smith P *et al* (2008) Greenhouse gas mitigation in agriculture: Phil. Trans. The Royal Society Biological sciences 2008 363: 789-813

Odum E (1977) Základy ekológie. Praha : Academia, 1977. 457 s.

Rogožníková A *et al* (2011) Cesta farmára ku krajínovtorbe. In: Lúkarstvo a Pasienkárstvo na Slovensku. Banská Bystrica : CVRV-VÚTPHP 5 (1): 50-52. ISSN 1337-589X

## Respirometrická aktivita a distribúcia organickej hmoty v diferencovane obhospodarovaných trávnych porastoch

### Respirometric activity and distribution of organic matter in grassland under different management

Ľudovít Ondrášek, Janka Martincová, Jozef Čunderlík, Alena Rogožníková, Ľubica Jančová

CVRV - Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva (Grassland and Mountain Agriculture Research Institute), Mládežnícka 36, 974 21 Banská Bystrica, Slovakia, jmartin@vutphp.sk

#### Abstract

Over the growing seasons of 2008 – 2009, a research was carried out at grassland (“Tajov” site; altitude 464 m; central Slovakia). The sward was either without utilisation, or cut and grazed with cows and sheep. The research objective was to study CO<sub>2</sub> production in the grassland soil *in vitro* and *in situ*, as well as vertical structure of organic matter. The so-called reactive CO<sub>2</sub> (R) and basal CO<sub>2</sub> (B) production measured under laboratory conditions was dependent on the content of C<sub>ox</sub> (r = 0.54<sup>++</sup>; 0.42<sup>+</sup>), N<sub>t</sub> (r = 0.51<sup>++</sup>; r = 0.39<sup>+</sup>) and total microbial biomass (r = 0.49<sup>++</sup>; r = 0.40<sup>+</sup>) in soil, but especially on the stability of soil organic substances specified by the NG : B ratio (r = - 0.71<sup>++</sup>; r = - 0.74<sup>++</sup>). The respiration of sward without removing the above-ground plant parts and litter, i.e. CO<sub>2</sub>-T (P), and after their removal, i.e. CO<sub>2</sub>-T (OP), measured directly at the research site, was relating to the soil moisture (r = 0.44<sup>+</sup>; r = 0.33), but depended mainly on the soil temperature (r = 0.55<sup>++</sup>; r = 0.69<sup>++</sup>). The total biomass weight was determined and the proportions of living plants, dead plants and root mass were specified. The total mineralization of nitrogen (TMN) was measured. The highest content of plant biomass (approx. 2544 g m<sup>-1</sup>) was found at the grazed areas, while the content was as much as 28 % lower at the sward utilised by cutting. The proportion of living plants in the total biomass was only 5 to 14 %, but the proportion of roots was very high (63 to 81 %). The highest accumulation of roots was found in the non-utilised and in the grazed grassland. The highest soil C<sub>ox</sub> and N<sub>t</sub> content was also recorded in the non-utilised and in the grazed swards, what may be related to the weak decomposition processes in soil, as confirmed by the low coefficient of mineralization (C-CO<sub>2</sub>(R)/C<sub>ox</sub>).

**Keywords:** grassland, sward utilisation, plant biomass structure, soil organic matter, soil CO<sub>2</sub> production

#### Úvod

Jeden z prioritných významov v súčasnosti, v súvislosti s prebiehajúcou klimatickou zmenou, je snaha o znižovanie emisie CO<sub>2</sub> a zvýšenie sekvestrácie C v pôde najmä prostredníctvom zmeneného charakteru obhospodarovania pôdy. Podobne, ako v prípade iných agroekosystémov, aj v prípade poloprírodných trávnych porastov zohráva v akumulácii a kvalite pôdnej organickej hmoty, okrem pôdno-ekologických podmienok, v ktorých sa nachádzajú, aj systém ich obhospodarovania. Už v starších prácach bolo zistené, že najmä aplikácia vysokých dávok priemyselných dusíkatých hnojív vedie k prudkému nárastu intenzity mineralizačných procesov v pôde a tým k narušeniu rovnovážneho stavu medzi mineralizačnou a syntetickou aktivitou pôdnej mikroflóry a následnému výraznému poklesu obsahu organickej hmoty v pôde. Pokles organickej hmoty je charakterizovaný úbytkom jej

ľahko rozložiteľných frakcií. Tento stav je však dočasný. Zvýšenie produkcie nadzemnej fytomasy vplyvom minerálnej výživy vedie v nasledovných rokoch k zvýšenému prísunu rastlinného opadu a obsah humusu sa zvyšuje so súčasným výrazným vzrastom stability pôdnych organických látok, zlepšením pomeru HK:FK a poklesu produkcie CO<sub>2</sub> v pôde (Ondrášek, 1985, 1986). Iné dlhodobé pokusy zamerané na porovnanie poloprirodného, bezorbovo prisievaného a radikálne obnoveného trávneho porastu potvrdili, že najvyšším obsahom Cox a mikrobiálnej biomasy v pôde sa vyznačoval prisievaný porast a naopak najnižšie hodnoty oboch ukazovateľov boli zaznamenané v obnovenom poraste v dôsledku nárastu mineralizačných procesov v pôde ako výsledku výrazného prevzdušnenia mačiny pri jej rozoraní (Ondrášek, 2002). K zvýšeniu obsahu pôdnej organickej hmoty v pôde pod trávnyimi porastmi môže vo významnej miere prispieť hnojenie maštalným hnojom (Ondrášek *et* Čunderlík, 2008) ) a košarovanie (Ondrášek *et al.*, 2004 ). Cieľom príspevku je zhodnotiť vertikálnu štruktúru organickej hmoty vo vzťahu k produkcii CO<sub>2</sub> na dlhodobo nevyužívanom, kosenom a trávnom poraste spásanom buď kravami alebo ovcami.

## Materiál a metódy

Problematika sa riešila v roku 2008 a 2009 v katastri obce Tajov, ktoré leží približne 3 km severozápadne od Banskej Bystrice v nadmorskej výške 464 m. Na záujmovom území sme vybrali plochy trávnych porastov (TP) dlhodobo využívaných nasledovným spôsobom: nevyužívaný TP, kosený TP (1 – 2 kosby za vegetáciu), pasený TP (kravy), pasený TP (ovce). Vzhľadom na to, že nevyužívaný porast bol umiestnený pri ceste a v tieni lesa vybrali sme v roku 2009 novú plochu, ktorá sa nachádzala v blízkosti pasených porastov. Všetky plochy mali južnú orientáciu a boli približne v rovnakej nadmorskej výške. Pôda je extrémne kyslá kambizem (pH(v KCl) = 3,9 – 4,2). Z hľadiska botanického zloženia na pasienkoch spásaných ovcami aj kravami prevládajú porasty s dominanciou *Festuca rupicola*. Lúka využívaná kosením je druhovo bohatšia a patrí do zväzu *Arrhenatherion*. Na každej ploche sme v 2 opakovaniach ohraničili a oplotili parcely o rozmere 5 x 5 m. Z parciel sme v priebehu vegetačného obdobia roku 2008 odobrali z vrstvy 0-100 mm pôdne vzorky v termíne 22.5. (I.), 8.7 (II.), 18.8. (III.), 30.9.2008 (IV.) a v roku 2009 v termíne 5.5. (I), 26.6 (II.), 5.8. (III.), 11.9.2009 (IV.).

V pôdnych vzorkách preosiatych cez 2 mm sito sme stanovili: a/ absolútnu pôdnu vlhkosť gravimetrickou metódou; b/ tzv. reaktívnu pôdnu respiráciu - CO<sub>2</sub>(R) (1 deň predinkubácie zeminy) po 1 dni inkubácie vzoriek v termostate pri teplote 25°C; c/ bazálnu pôdnu respiráciu - CO<sub>2</sub>(B) (5 dní predinkubácie zeminy) po 20-tich hodinách inkubácie v termostate pri teplote 25°C; d/ potenciálnu respiráciu pôdy CO<sub>2</sub>(NG) (5 dní predinkubácie zeminy) s pridaným roztokom glukózy a minerálneho dusíka po 20-tich hodinách inkubácie v termostate pri teplote 25°C; e/ pomer potenciálnej respirácie pôdy CO<sub>2</sub>(NG) k bazálnej respirácii CO<sub>2</sub>(B) - NG:B vyjadrujúci stabilitu pôdnych organických látok (Novák *et* Apfelthaler, 1964); e/ obsah uhlíka celkovej mikrobiálnej biomasy (MB\_C) rehydratačnou metódou (Růžek,1992); f/ obsah C<sub>ox</sub> (Tjurin), N<sub>t</sub> (Kjeldahl). Produkcia CO<sub>2</sub> bola meraná metódou plynovej chromatografie pomocou TCD detektora.

Okrem uvedeného sme v termínoch odberu pôdnych vzoriek merali produkciu CO<sub>2</sub> priamo v terénnych podmienkach pomocou prenosného prístroja EGM-3 prostredníctvom respiračnej komôrky SRC-1 (výrobca PP- Systems – UK). Meranie sme urobili na ploche bez odstránenia nadzemnej časti rastlín a rastlinného opadu - CO<sub>2</sub>-T(P) a po ich odstránení - CO<sub>2</sub>-T(OP). Súčasťou merania bolo aj stanovenie aktuálnej teploty pôdy v hĺbke 100 mm pomocou integrovaného tepelného snímača.

Výsledky pôdno-biologických ukazovateľov boli vyhodnotené štatistickou metódou viacnásobnej analýzy rozptylu pričom preukaznosť hraničných diferencií medzi priemermi

bola posúdená LSD testom pri hladine P=95%. Vzťahy medzi hodnotenými ukazovateľmi sme posúdili pomocou Pearsonovho korelačného koeficientu, ktorého preukaznosť bola testovaná t - testom. Regresné vzťahy boli vypočítané v programe EXCEL. Okrem vyššie uvedených pôdno-mikrobiologických ukazovateľov sme na trávnom poraste stanovili: a/ floristické zmeny podľa Braun-Blanquetovej stupnice, b/ množstvo vyprodukovanej nadzemnej biomasy prostredníctvom vystrihania 4 štvorcov (0,25 m<sup>2</sup>) náhodne umiestnených na ohraničených parcelách spolu s určením podielu živých rastlín a opadu a do vrstvy 0-100 mm a kvantifikácii množstva koreňovej biomasy (Rychnovská *et al.*, 1987).

## Výsledky a diskusia

Z hľadiska botanického zloženia sa vybrané plochy vyznačujú pomerne veľkým plošným rozšírením teplomilných porastov vzhľadom na ich výhrevnú polohu danú južnou orientáciou stanovišťa. Na pasienkoch spásaných ovcami aj kravami dominuje *Festuca rupicola*. Ide o významné teplomilné podhorské pasienky. Lúka využívaná kosením je druhovo bohatšia patriaca do zväzu *Arrhenatherion*. Ide o podhorskú kosenú lúku kosenú 2 krát ročne, príležitostne hnojenú, s prevládajúcimi druhmi: *Bromus erectus*, *Trisetum flavescens*, *Poa pratensis*, *Trifolium pratense*, *Trifolium medium*, *Taraxacum officinale*, *Plantago lanceolata* atď. Nevyužívaný porast bol tvorený prevažne druhmi ako *Dactylis glomerata*, *Lolium perenne*, *Festuca pratensis*, *Hypericum maculatum*, *Trifolium medium*, *Heracleum sphondylium*, *Centaurea phrygia*. Plocha nevyužívaného porastu, ktorú sme vybrali v roku 2009, sa druhovým zložením približovala pasienkovým porastom a bola tvorená druhmi ako *Avenula pubescens*, *Festuca rubra*, *Poa pratensis*, *Trifolium medium*, *Trifolium pratense*, *Centaurea phrygia*.

**Tabuľka 1.** Štruktúra rastlinnej biomasy (priemer I. - IV. odberov v 2008 - 2009)

**Table 1** Plant biomass structure (mean of samplings I to IV in 2008 - 2009)

<sup>1</sup> Trávny porast	Index	<sup>2</sup> Hmotnosť (g suš. m <sup>-2</sup> )	<sup>3</sup> Org. hmota (g. m <sup>-2</sup> )	<sup>3</sup> Org. hmota (g C. m <sup>-2</sup> )
<sup>4</sup> Nevyužívaný (rok 2009)	<sup>8</sup> Živé rastliny	137,5	123,2	71,5
	<sup>9</sup> Opad	539,9	372,2	215,9
	<sup>10</sup> Korene	1814,8	808,1	468,7
	<sup>11</sup> Celková biomasa	2492,2	1303,5	756,1
<sup>5</sup> Kosený	<sup>8</sup> Živé rastliny	265,8	239,0	138,6
	<sup>9</sup> Opad	418,9	286,4	166,1
	<sup>10</sup> Korene	1172,0	743,6	431,3
	<sup>11</sup> Celková biomasa	1856,7	1268,9	736,0
<sup>6</sup> Pasený (kravy)	<sup>8</sup> Živé rastliny	168,9	151,0	87,6
	<sup>9</sup> Opad	313,8	252,6	146,5
	<sup>10</sup> Korene	2111,7	1307,2	758,3
	<sup>11</sup> Celková biomasa	2594,3	1710,8	992,3
<sup>7</sup> Pasený (ovce)	<sup>8</sup> Živé rastliny	134,0	120,6	69,9
	<sup>9</sup> Opad	397,1	317,6	184,2
	<sup>10</sup> Korene	2013,3	1692,4	981,7
	<sup>11</sup> Celková biomasa	2544,5	2130,6	1235,9

<sup>1</sup>grassland utilisation; <sup>2</sup> weight (g DM m<sup>-2</sup>); <sup>3</sup>organic matter, <sup>4</sup>non-utilised sward (year 2009); <sup>5</sup>cutting; <sup>6</sup>grazing (cows); <sup>7</sup>grazing (sheep); <sup>8</sup>living plants; <sup>9</sup>litter; <sup>10</sup>roots; <sup>11</sup>total biomass

Výsledky v tab. 1 ukazujú, že hodnotené porasty sa líšia obsahom celkovej rastlinnej biomasy a zároveň podielom jej jednotlivých zložiek. Celkove sa najväčším množstvom rastlinnej

biomasy v priemere vyznačujú oba pasené porasty, v porovnaní s nimi má približne o 3% nižšiu biomasu nevyužívaný porast a až o 28% kosená plocha. Podiel živých rastlín na celkovej biomase činil len 5 až 14%. Najnižším podielom sa vyznačoval porast pasený ovcami (5%), nevyužívaný porast (6%) a porast pasený kravami (7%). Najväčším, až dvojnásobne vyšším podielom zelených rastlín na celkovej biomase v porovnaní s predošlými sa vyznačoval kosený porast (14%) a aj v absolútnej hodnote bolo na tomto poraste priemerné množstvo zelených rastlín najväčšie. Najväčší podiel rastlinného opadu na celkovej biomase mal neobhospodarovaný (22%) a kosený porast (23%), nižším podielom odumretých rastlinných zvyškov sa vyznačoval porast pasený ovcami (16%) a kravami (12%).

V štruktúre celkovej nadzemnej a podzemnej biomasy mala na všetkých porastoch v priemere najvyšší hmotnostný podiel koreňová biomasa a to 63 až 81 %. Podiel koreňovej biomasy je najvyšší na variante pasenom kravami (81%) a ovcami (79%). Nižším podielom (73%) a zároveň aj hmotnosťou sa vyznačoval neobhospodarovaný porast a najnižší podiel koreňov na celkovej biomase mal kosený porast (63%).

Kým zmeny v spôsobe obhospodarovania pôdy sú všeobecne uznávané ako kľúčové mechanizmy v globálnom kolobehu C, úloha obhospodarovania trávnych porastov si len nedávno získala pozornosť ako významný potenciál pre „sink“ C (Conant *et al.*, 2001). V trávnych porastoch vstupuje uhlík do pôdy prostredníctvom odumretých rastlinných zvyškov, koreňových výlučkov, obratu koreňov, a uvoľňuje sa z pôdy najmä prostredníctvom produkcie CO<sub>2</sub> z rozkladajúcej sa organickej hmoty pričom časť C sa premení na stabilné organické komplexy.

Spôsob obhospodarovania, rastlinné spoločenstvo a zrejme aj mikroklimatické podmienky sa výrazným spôsobom prejavili v zásobe pôdnej organickej hmoty na hodnotených plochách trávnych porastov. Z tab. 2 vyplýva, že obsah C<sub>ox</sub>, ktorý všeobecne možno hodnotiť ako veľmi vysoký bol v roku 2008 najnižší na neobhospodarovanom poraste, na obhospodarovaných bol výrazne vyšší a zvyšoval sa v poradí porastu koseného, paseného kravami a ovcami o 21 %, 81 % a 98 %. Približne rovnako možno hodnotiť aj obsah N<sub>t</sub>. V pôde plochy neobhospodarovaného porastu, ktorú sme vybrali v roku 2009 je podľa výsledkov v tab. 2 obsah C<sub>ox</sub> a N<sub>t</sub> viac ako dvojnásobne vyšší než v pôde plochy vybratej v roku 2008 a v porovnaní s ostatnými plochami je najvyšší. Obsah C<sub>ox</sub> rovnako ako aj N<sub>t</sub> boli v dobrej zhode s pôdnou vlhkosťou ( $r = 0,52^{++}$ ,  $r = 0,55^{++}$ ) s príslušným funkčným vyjadrením v tab. 4. čím sa potvrdzuje veľký význam obsahu organickej hmoty v pôde pre jej

**Tabuľka 2.** Priemerné hodnoty obsahu C<sub>ox</sub>, N<sub>t</sub>, pôdnej vlhkosti (P. v.) a teploty pôdy (T. p.) vo vrstve 0 -100 mm za vegetačné obdobia pokusných rokov

**Table 2** Mean content of C<sub>ox</sub>, N<sub>t</sub>, soil moisture (P.v.) and soil temperature (T. p.) in 0 - 100 mm layer over the growing seasons in the experimental years

Index	<sup>1</sup> Variant/Rok							
	<sup>2</sup> Nevyužívaný TP		<sup>3</sup> Kosený TP		<sup>4</sup> Pasený TP (kravy)		<sup>5</sup> Pasený TP (ovce)	
	2008	2009	2008	2009	2008	2009	2008	2009
C <sub>ox</sub>	32.4a	68.1c	39.3b	30.1a	58.5c	65.4c	64.3d	59.6b
N <sub>t</sub>	3,0a	7,1d	3,3a	3,1a	6,0b	6,3c	5,7b	5,8b
<sup>6</sup> P. v.	230,7a	291,6c	232,1a	193,1a	254,4b	235,1b	329,5c	278,7c
<sup>7</sup> T. p.	12,4a	14,0a	14,3b	14,3a	15,6d	15,5b	15,2c	15,7b

C<sub>ox</sub>, N<sub>t</sub>, P.v. (g kg<sup>-1</sup>); T. p. (°C)

<sup>1</sup>treatments/years; <sup>2</sup>non-utilised sward; <sup>3</sup>cutting; <sup>4</sup>grazing (cows); <sup>5</sup>grazing (sheep);

<sup>6</sup>soil moisture (g kg<sup>-1</sup>); <sup>7</sup>soil temperature (°C);

\*Medzi priemernými hodnotami ukazovateľov v rámci jednotlivých rokov, v ktorých označení sa nevyskytujú rovnaké symboly, sú preukazné rozdiely (LSD test; P = 95,0 %)

\*Mean values not sharing a common letter within years are significantly different. (LSD test; P = 95.0 %)

retenčnú schopnosť. Produkcia CO<sub>2</sub> meraná v laboratórnych podmienkach (tab. 3) vzhľadom na inkubáciu prirodzene vlhkých pôdných vzoriek za konštantnej laboratórnej teploty vyjadruje množstvo a kvalitu organických látok v pôdnej vzorke a schopnosť prítomných mikroorganizmov ich využívať (Šantrúčková, 1993). V prípade CO<sub>2</sub>(R) vzhľadom na krátku dobu predinkubácie vzorky sa predýchalo iba malé množstvo ľahko rozložiteľných organických látok a preto sú dosiahnuté hodnoty v priemere za oba roky o 23 % vyššie než v prípade CO<sub>2</sub>(B), kde je vo vzorkách vzhľadom na 5-dňovú predinkubáciu vzoriek hladina ľahko rozložiteľných organických látok nižšia. Medzi CO<sub>2</sub>(R) a CO<sub>2</sub>(B) je však úzka závislosť ( $r = 0,85^{++}$ ) (tab. 4) a preto je ich vzťah k hodnoteným ukazovateľom prevažne zhodný.

**Tabuľka 3.** Priemerné hodnoty respirácie a obsahu mikrobiálnej biomasy pôdy vo vrstve 0 -100 mm za vegetačné obdobia pokusných rokov

**Table 3** Mean values of soil respiration and the content of soil microbial biomass in 0-100 mm layer over the growing seasons in the experimental years

Index	Variant/Rok							
	<sup>1</sup> Nevyužívaný TP		<sup>3</sup> Kosený TP		<sup>4</sup> Pasený TP (kravy)		<sup>5</sup> Pasený TP (ovce)	
	2008	2009	2008	2009	2008	2009	2008	2009
<sup>6</sup> CO <sub>2</sub> (R)	96,9a	212,4b	127,6b	146,4a	133,7bc	164,3a	144,5c	159,9a
<sup>7</sup> CO <sub>2</sub> (B)	52,3a	113,0b	74,4b	82,8a	74,8b	103,7b	73,4b	87,6a
<sup>8</sup> CO <sub>2</sub> (NG)	471,3a	514,4ab	788,9c	558,9bc	822,5c	572,2c	675,4b	480,8a
<sup>9</sup> NG:B	9,5a	4,7a	10,8b	6,7c	11,5b	5,4b	9,4a	5,8b
<sup>10</sup> CO <sub>2</sub> -T(P)	2,3a	3,1a	2,2a	3,0a	2,3a	3,4b	3,1b	2,9a
<sup>11</sup> CO <sub>2</sub> -T(OP)	1,6a	1,6a	1,6a	1,9b	1,7a	1,9b	2,0b	1,7a
<sup>12</sup> MB-C	1843,3a	3257,2b	1775,9a	2317,2a	3336,1b	3557,6b	3220,6b	3565,4b

<sup>1</sup> treatments/years; <sup>2</sup> non-utilised sward; <sup>3</sup> cutting; <sup>4</sup> grazing (cows); <sup>5</sup> grazing (sheep);

<sup>6</sup>reaktívna produkcia CO<sub>2</sub> v pôdných vzorkách (mg CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> 1deň<sup>-1</sup>); <sup>6</sup>[reactive CO<sub>2</sub> production in soil samples (mg CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> 1day<sup>-1</sup>)]; <sup>7</sup>bazálna produkcia CO<sub>2</sub> v pôdných vzorkách (mg CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> 1deň<sup>-1</sup>);

<sup>7</sup>[basal CO<sub>2</sub> production in soil samples (mg CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> 1day<sup>-1</sup>)]; <sup>8</sup>potenciálna produkcia CO<sub>2</sub> v pôdných vzorkách (mg CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> 1 deň<sup>-1</sup>), <sup>8</sup>[potential CO<sub>2</sub> production in soil samples (mg CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> 1day<sup>-1</sup>)];

<sup>9</sup>pomer CO<sub>2</sub>(NG) / CO<sub>2</sub>(B) t.j. potenciálnej a bazálnej respirácie pôdy; <sup>9</sup>[the ratio of potential to basal soil respiration, i. e. CO<sub>2</sub>(NG) to CO<sub>2</sub>(B) ratio];

<sup>10</sup>pôdna respirácia meraná v terénnych podmienkach bez odstránenia nadzemnej časti rastlín a rastlinného opadu (g CO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup> hod.<sup>-1</sup>); <sup>10</sup>[in situ measured soil respiration without above-ground plant parts removed (g CO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup> hour<sup>-1</sup>)];

<sup>11</sup>pôdna respirácia meraná v terénnych podmienkach s odstránením nadzemnej časti rastlín a rastlinného opadu (g CO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup>hod.<sup>-1</sup>); <sup>11</sup>[in situ measured soil respiration with above-ground plant parts removed (g CO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup> hour<sup>-1</sup>)];

<sup>12</sup>celkový obsah uhlíka v mikrobiálnej biomase pôdy [(μg C g<sup>-1</sup>); <sup>12</sup>[total C content in microbial biomass of soil (μg C g<sup>-1</sup>)];

\*Medzi priemernými hodnotami ukazovateľov v rámci jednotlivých rokov, v ktorých označení sa nevyskytujú rovnaké symboly sú preukazné rozdiely. (LSD test; P = 95,0 %)

\*Mean values not sharing a common letter within years are significantly different.

(LSD test, P = 95.0%)

Zistené priemerné hodnoty CO<sub>2</sub>(R) a CO<sub>2</sub>(B) svedčia o tom, že so zvyšujúcim sa obsahom C<sub>ox</sub> a N<sub>t</sub> v pôde vzrastala aj jej respiračná schopnosť čo potvrdilo vyhodnotenie vzťahu

korelačnou a regresnou analýzou za oba roky výskumu (tab. 4). Je zrejmé, že v uvedených závislostiach zohráva prioritnú úlohu variabilita podielu ľahko rozložiteľných organických látok, čo nám potvrdil veľmi úzky záporný vzťah respirácie pôdy k pomeru NG:B, ktorý v prípade CO<sub>2</sub>(R) dosiahol hodnotu  $r = -0,71^{++}$  a v prípade CO<sub>2</sub>(B)  $r = -0,74^{++}$ .

Z priemerných hodnôt v tab. 3 vyplýva, že v roku 2008 sa najnižším obsahom mikrobiálnej biomasy vyznačoval neobhospodarovaný a kosený porast, v pasených porastoch bola hladina MB\_C výrazne a preukazne vyššia. V roku 2009 bol obsah MB\_C najnižší v kosenom poraste, v ostatných bol preukazne vyšší. Korelačnou analýzou (tab. 3) sme potvrdili vzťah



MB\_C k CO<sub>2</sub>(R) a CO<sub>2</sub>(B) ( $r = 0,49^{++}$ ;  $r = 0,40^+$ ). Veľmi dobre vystihovala obsah MB\_C v pôde hladina C<sub>ox</sub> ( $r = 0,79^{++}$ ) a N<sub>t</sub> ( $r = 0,64^{++}$ ). Predpokladaný priebeh mineralizačných procesov v pôde hodnotených porastov sme sa pokúsili zhodnotiť vypočítaním koeficientu C-CO<sub>2</sub>(R)/Cox. V poradí - nevyužívaný porast (rok 2009), kosený a pasený kravami a ovcami

**Tabuľka 4.** Vypočítané preukazné vzťahy medzi sledovanými ukazovateľmi.

**Table 4** The calculated significant relationships between the research parameters.

x*	x_min. - x_max.*	y*	r	<sup>1</sup> Regresná rovnica
C <sub>ox</sub>	23,8 – 73,9	CO <sub>2</sub> (R)	0,54 <sup>++</sup>	y = 1,5979x + 64,792
- " -	- " -	CO <sub>2</sub> (B)	0,42 <sup>+</sup>	y = 0,8356x + 39,126
- " -	- " -	P.v.	0,52 <sup>++</sup>	y = 1,7273x + 165,45
- " -	- " -	N <sub>t</sub>	0,89 <sup>++</sup>	y = 0,097x - 0,0234
- " -	- " -	MB_C	0,79 <sup>++</sup>	y = 44,679x + 526,43
N <sub>t</sub>	2,6 - 7,9	CO <sub>2</sub> (R)	0,51 <sup>++</sup>	y = 14,123x + 77,061
- " -	- " -	CO <sub>2</sub> (B)	0,39 <sup>+</sup>	y = 7,1177x + 46,89
- " -	- " -	P. v.	0,55 <sup>++</sup>	y = 16,754x + 171,22
- " -	- " -	MB_C	0,64 <sup>++</sup>	y = 332,84x + 1182,1
T. p.	8,2 - 19,8	CO <sub>2</sub> -T (P)	0,55 <sup>++</sup>	y = 0,1897x + 0,0161
- " -	- " -	CO <sub>2</sub> -T (OP)	0,69 <sup>++</sup>	y = 0,1216x - 0,0289
P.v.	152,5 - 350,6	CO <sub>2</sub> -T (P)	0,44 <sup>++</sup>	y = 0,0096x + 0,3274
MB_C	1479,305 - 4515,0	CO <sub>2</sub> (R)	0,49 <sup>++</sup>	y = 0,0255x + 75,186
- " -	- " -	CO <sub>2</sub> (B)	0,40 <sup>+</sup>	y = 0,0141x + 42,551
NG:B	3,4 - 15,1	CO <sub>2</sub> (R)	-0,71 <sup>++</sup>	y = -10,795x + 236,37
- " -	- " -	CO <sub>2</sub> (B)	-0,74 <sup>++</sup>	y = -7,5765x + 144,63
CO <sub>2</sub> (R)	77,2 - 257,6	CO <sub>2</sub> (B)	0,85 <sup>++</sup>	y = 0,5717x - 1,9792

\*Použité skratky jednotlivých ukazovateľov a jednotky, v ktorých sú uvedené ich hodnoty sú zhodné s tab. 2 a 3.

\* See the *Tables 2 and 3* for explanation of all the captions, abbreviations and units; <sup>1</sup> regression function

sme dospeli k nasledovným hodnotám: 0,86; 1,08; 0,60; 0,67. Ako vidno mineralizačný koeficient má nižšiu hodnotu v pasených porastoch a nevyužívanom poraste čo svedčí o slabom priebehu dekompozičných procesov v pôde čím sa dá vysvetliť zistená vyššia akumulácia koreňovej biomasy a pôdnej organickej hmoty. Korelačnou analýzou sme zistili negatívny vzťah medzi obsahom koreňov a koeficientom C-CO<sub>2</sub>(R)/Cox ( $r = -0,984^+$ ). Naopak pozitívny vzťah mineralizačného koeficientu k obsahu živých rastlín ( $r = 0,742$ ) potvrdzuje že s nárastom mineralizácie stúpa aj produkcia nadzemnej fytohmoty, ktorá je najvyššia na kosenom poraste. Z hľadiska vplyvu pasenia na trávnych porastoch na akumuláciu pôdnej organickej hmoty Murty *et al.* (2002) uvádza, že výsledky v tomto smere nie sú jednoznačné. Cassals *et al.* (2004) zistil, že pasenie hospodárskymi zvieratami vo vyšších nadmorských výškach podporuje akumuláciu pôdnej organickej hmoty.

Prostredníctvom merania CO<sub>2</sub> *in situ* pomocou prístroja EGM-3 je v nameraných hodnotách CO<sub>2</sub>-T(OP) zahrnutá respirácia pôdnej mezofauny, mikroflóry a koreňového systému trávneho porastu. Vo výsledkoch CO<sub>2</sub>-T(P) sa premieta aj respirácia nadzemnej časti rastlín a mikrobiálny rozklad rastlinného opadu a preto sú namerané hodnoty v priemere o 37 % vyššie než v prípade CO<sub>2</sub>-T(OP). Z výsledkov v tab. 3 je zrejme, že v každom roku sa na respirácii pôdy podieľal vplyv mnohých faktorov. Z korelačných koeficientov vyplýva, že CO<sub>2</sub>-T(P) aj CO<sub>2</sub>-T(OP) závisela od vlhkosti ( $r = 0,44^+$ ;  $r = 0,33$ ), ale hlavne od teploty pôdy ( $r = 0,55^{++}$ ;  $r = 0,69^{++}$ ). K podobným záverom sa dospelo aj v práci Frank *et al.* (2002) a Mielnick *et al.* (2000).

## Záver

Výsledky potvrdili, že spôsob využívania porastu ovplyvnil celkovú hmotnosť rastlinnej biomasy a jej štruktúru a obsah pôdnej organickej hmoty. Najväčšie rozdiely boli zistené medzi pasenými porastmi a kosenou lúkou. Pasené porasty mali najvyšší obsah rastlinnej biomasy s najvyšším podielom koreňov (79 až 81%) a vysokým obsahom Cox a Nt. Naopak až o 38% nižšou celkovou rastlinnou biomasou s 63 % podielom koreňov sa vyznačoval kosený porast, ktorý mal súčasne aj najnižší obsah pôdnej organickej hmoty. Akumuláciu organickej hmoty v pasených porastoch ale i v nevyužívanom poraste podmienil slabší priebeh dekompozičných procesov v pôde čo potvrdili nízke hodnoty mineralizačného koeficientu C-CO<sub>2</sub>(R). Respirácia pôdy v pôde hodnotených trávnych porastov meraná v laboratórnych podmienkach bola závislá predovšetkým od obsahu C<sub>ox</sub>, N<sub>t</sub>, MB\_C ale najmä od stability pôdnych organických látok vyjadrenej pomerom NG:B. Určujúcimi faktormi pre respiráciu meraní v terénnych podmienkach bola variabilita vlhkosti ale hlavne teploty v pôde.

## Literatúra

- Casals P *et al* (2004) Effects of livestock management on carbon stocks and fluxes in grassland ecosystems in the Pyrenees. *Grassland Science in Europe* 9 (1): 136-138.
- Conant R.T *et al* (2001) Grassland management and conversion into grassland: effects on soil carbon. *Ecological Applications*, 11(2): 343-355.
- Frank, A. B *et al* (2002) Soil carbon dioxide fluxes in northern semiarid grasslands. *Soil Biology and Biochemistry* 34 (9): 1235-1241
- Mielnick P. C *et al* (2000) Soil CO<sub>2</sub> flux in a tallgrass prairie. *Soil Biology and Biochemistry* 32 (2): 2000: 221-228.
- Murty D *et al* (2002). Does conversion of forest to agricultural land change soil carbon and nitrogen? A review of the literature. *Global Change Biology* 8 (2): 105-123.
- Novák B a Apfelthaler R (1964) Príspevek ke stanovení respirace jako indikátoru mikrobiologických procesů v půdě. *Rostlinná výroba* 10 (2): 145 – 150.
- Ondrášek Ľ (1985) Hlavné zmeny pedobiologických vlastností lúčneho ekosystému pri rôznej intenzite hnojenia a využívania. *Ekológia trávneho porastu II*, B. Bystrica, ČSVTS, 1985 : 22-34.
- Ondrášek Ľ (1986) Kvantitatívne premeny pôdneho Cox a Nt pri aplikácii priemyselných hnojív a ich vzťah k niektorým fyzikálnym vlastnostiam lúčnej pôdy. *Rostlinná výroba* 32 (12): 1303-1312.
- Ondrášek Ľ (2002) Vývoj ekosystémov poloprárodných, prisievaných a dočasných trávnych porastov so zreteľom na dekompozičné procesy v pôde. *Ekológia trávneho porastu VI*. Zborník z medzinárodnej vedeckej konferencie konanej pri príležitosti 40. Výročia vzniku VÚLP-VÚTPHP, Medzinárodného roka hôr a osemdesiatin prof. Vladimíra Krajčoviča. Banská Bystrica : VÚTPHP,. ISBN 80-968890-7-9, 2002 : 193-203.
- Ondrášek Ľ *et al* (2004) Possibilities of environmental contamination by mineral nitrogen forms under sheep and cattle folding of grassland. *Toxic substances in environment, III*. International Scientific Conference, Krakow, 7 - 8.9.2004: 647-655.
- Ondrášek Ľ and Čunderlík J (2008) Effects of organic and mineral fertilizers on biological properties of soil under seminatural grassland. *Plant, Soil, Environment* 54 (8): 329–335.
- Rastogi M *et al* (2002) Emission of carbon dioxide from soil. *Current Science* 82 (5): 510-517.
- Růžek L (1992) C-biomasy půdních mikroorganismů stanovený rehydratační metodou v orniční vrstvě půd. In *Metody stanovení mikrobiální biomasy v půdě: sborník referátů ze semináře*, České Budějovice: ÚPB ČSAV, 2.-3. 6.1992, ed: Šantrůčková, H, 1992 : 18-26.
- Rychnovská M. *et al*. (1987) *Metody studia travinných ekosystémů* , Academia, Praha, 1987: 272 s.
- Šantrůčková H (1993) Respirace půdy jako ukazatel její biologické aktivity. *Rostlinná výroba* 39 (9): 769 - 778.

## Zatrávňovanie ornej pôdy druhovo bohatým trávnyim spoločenstvom zväzu *Arrhenatherion* a *Mesobromion*

### Returning arable land to grassland by implementing species-rich *Arrhenatherion* and *Mesobromion* communities

Janka Martincová, Miriam Kizeková, Jozef Čunderlík, Ľudovít Ondrášek, Štefan Pollák

CVRV - Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva (Grassland and Mountain Agriculture Research Institute), Mládežnícka 36, 974 21 Banská Bystrica, Slovakia, martincova@vutphp.sk

#### Abstract

In 2009, within the SALVERE project activities, demonstration sites were established on arable land at Tajov site (altitude 647 m; 48°44'N; 19°02'E) located near Banská Bystrica within the “Starohorské vrchy” mountains. The research aim was to return the non-utilised arable land to grassland by applying the 'green hay' (Method 1) or the 'dry hay' (Method 2) harvested at the grassland donor sites with the *Arrhenatherion* and *Mesobromion* communities. The donor-site sward was cut at its maximum seed ripeness stage and herbage was transferred to the arable land (receptor site) either fresh (as 'green hay') or when dried (as 'dry hay'). During two years (2010 and 2011), the efficiency of new sward establishment and development was investigated at the receptor site. There were not any visible differences in successfulness of the two methods. However, the renovation was more successful at the *Mesobromion* community where the proportion of target species transferred from the donor to the receptor site was 80% in the first harvest year and 64 % in the second harvest year.

**Keywords:** grassland restoration, green hay, dry hay, semi-natural grassland

#### Úvod

Od polovice 90-tych rokov minulého storočia sa vo svete rozvíjajú nové smery ekologickej obnovy, ktoré skúmajú vplyv nových technológií zlepšenia druhového zloženia a zachovania biodiverzity trávno-bylinných spoločenstiev. Kvôli zmenám v agrárnej politike vzrástla v posledných 20 rokoch potreba zatrávniť nevyužívanú ornú pôdu. Spočiatku bola orná pôda zatrávnená druhovo chudobnými trávnyimi miešankami, v poslednom období sa však zaznamenávajú nové smery v ekologickej obnove, a to s použitím druhovo bohatých zmesí, pochádzajúcich z poloprírodných trávnych porastov. Zatrávnenie ornej pôdy, alebo narušených plôch v krajine, metódami blízkymi prírode sa už niekoľko rokov úspešne realizuje v zahraničí (Krautzer, Hacker 2006; Kirmer, Tischew, 2006, Haslgrübler *et al*, 2011). V súčasnosti boli publikované prvé ucelené metodické poznatky k obnove porastov na báze regionálnych zmesí (Jongepierová, Poková, 2006; Scotton, Kirmer, Krautzer, 2012). Jednou z alternatívnych metód obnovy lúčnych porastov je nastielanie senom. Tento spôsob obnovy je účinný pre obohatenie druhovej pestrosti a zvýšenie biodiverzity lúk. V súčasnom období najnovšie poznatky z oblasti obnovy lúk smerujú k zavádzaniu nových technológií zberu semien z poloprírodných trávnych porastov. Pretože vo všeobecnosti biodiverzita klesá, potrebné je zavádzať nové technológie zberu propagačného materiálu z poloprírodných trávnych porastov takým spôsobom, aby bolo možné zvýšiť druhovú diverzitu na silno degradovaných a narušených územiach. Potrebné je nielen zachovať existujúce druhovo bohaté poloprírodné lúky a pasienky, ale dôležité je podporovať aj ich

obnovu na špecifických miestach, ako sú násypy ciest, mestské parky, lyžiarske vleky a podobne. Praktickým prínosom je obnova druhovo bohatých území a zatrávnenia svahov narušených pôdnou eróziou, prípadne obnova degradovaných stanovišť a nevyužitej ornej pôdy po rekultivácii.

Cieľom príspevku je prezentovať výsledky zatrávnenia ornej prostredníctvom prenosu rastlinného materiálu vo forme suchého a zeleného sena z druhovo bohatých zdrojových lúk zväzov *Arrhenatherion* a *Mesobromion*.

## Materiál a Metódy

Pokus sme založili na strednom Slovensku, na stanovišti Tajov (Starohorské vrchy, N48°44', E19°02', 647 m-n.m.) na jar v roku 2009 s cieľom zatrávniť erózne ohrozenú ornú pôdu druhovo bohatým trávnyim spoločenstvom zdrojových lúk spoločenstva *Arrhenatherion* a *Mesobromion*. Založenie trávneho porastu sa realizovalo prenosom „zeleného sena“ (GH- green hay), t.j. čerstvo pokosenej trávnej hmoty a „suchého sena“ (DH- dry hay) v čase maximálnej zrelosti semien na obnovovanú plochu. Predmetom obnovy bola zoraná plocha ornej pôdy, určená na zatrávnenie. Počas 2 rokov (2010 a 2011) sme sledovali pomocou fytoocenologických snímok vývoj vegetácie a úspešnosť zatrávnenia obnovovanej (receptorovej) plochy uvedenými spôsobmi zatrávnenia (variant). Zelené seno sa získalo pokosením zdrojovej lúky v druhej polovici júna 2009, následne bolo rovnomerne aplikované v ten istý deň na obnovovanú plochu v hrúbke 30-50 cm. V prípade suchého sena hmota bola vysušená na zdrojovej lúke a následne prenesená na obnovovanú plochu. Po mesiaci sa hmota odstránila z povrchu, na oboch variantoch. Pred založením pokusu sa z oboch donorových plôch a akceptorovej plochy odobrali z vrstvy 0-100 mm pôdne vzorky v ktorých bol stanovený obsah Cox (Tjurin), Nt (Kjeldahl) P, K, Ca, Mg (Mehlich III) a pH (v KCl). Z celkového počtu rastlinných druhov sme stanovili 25 „cieľových druhov“, ktoré sme chceli preniesť na pokusnú plochu. Na základe počtu prenesených druhov sme vypočítali mieru prenosu a vyhodnotili sme úspešnosť použitých metód pri zakladaní druhovo pestrého trávneho porastu. Fytoocenologické snímky (súpis všetkých rastlinných druhov a ich pokryvnosť) sa uskutočnili na zdrojových porastoch v roku 2009 a na obnovovaných porastoch v roku 2010 a 2011 pred každou kosbou. Počas vegetačného obdobia sa porasty využívali dvakrát kosbou.

## Výsledky a diskusia

Botanické zloženie zdrojových plôch je v tabuľke 1. Na donorskom stanovišti spoločenstva *Arrhenatherion* bol zaznamenaný celkový počet druhov 41 a na zdrojovej lúke spoločenstva *Mesobromion* bolo 43 druhov (priemer 3 opakovaní). Dominantnými cieľovými druhmi spoločenstva *Arrhenatherion* boli ako príklad *Arrhenatherum elatius*, *Avenula pubescens*, *Briza media*, *Dactylis glomerata*, *Dianthus carthusianorum*, *Festuca pratensis*, *Festuca rubra*, *Knautia kitaibelii*, *Leucanthemum vulgare*, *Lotus corniculatus*, *Poa pratensis*, *Rhinanthus minor*, *Salvia pratensis*, *Silene vulgaris*, *Trifolium pratense*, *Trifolium repens*, *Trisetum flavescens*. Dominantnými cieľovými druhmi spoločenstva *Mesobromion* boli napríklad *Bromus erectus*, *Festuca rupicola*, *Dianthus carthusianorum*, *Knautia kitaibelii*, *Leucanthemum vulgare*, *Lotus corniculatus*, *Medicago falcata*, *Pimpinella saxifraga*, *Poa pratensis*, *Primula veris*, *Salvia pratensis*, *Salvia verticillata*, *Tragopogon orientalis*, *Trisetum flavescens*.

**Tabuľka 1.** Botanické zloženie zdrojovej plochy  
**Table 1** Botanical composition of sward at donor sites

Dátum zázpisu	Zázpis <sup>2a</sup>	Zdrojová plocha - Donor site							
		<i>Arrhenatherion</i>		<i>Mesobromion</i>		<i>Arrhenatherion</i>		<i>Mesobromion</i>	
		Pokryvnosť tráv <sup>3</sup> (%)	Počet druhov tráv <sup>4</sup>	Pokryvnosť <sup>2</sup> tráv <sup>3</sup> (%)	Počet druhov tráv <sup>4</sup>	Pokryvnosť <sup>2</sup> bylín <sup>5</sup> (%)	Počet druhov bylín <sup>6</sup>	Pokryvnosť <sup>2</sup> bylín <sup>5</sup> (%)	Počet druhov bylín <sup>6</sup>
3.7.2009	1.	59,5	12	74,0	10	40,5	26	26,0	32
3.7.2009	2.	54,0	12	72,0	8	46,0	30	28,0	33
3.7.2009	3.	62,0	11	69,5	8	37,7	32	30,1	37

<sup>1</sup> relevé date (3 July 2009); <sup>2a</sup> relevé no.; <sup>3</sup> grass proportion (%); <sup>4</sup> grass species number, <sup>5</sup> herb proportion (%), <sup>6</sup> herb species number;

Na základe zistených údajov z fytoocenologických snímok vyplýva, že nebol rozdiel medzi použitými technológiami zberu semien t.j. aplikovaním zeleného sena a suchého sena. Viditeľnejšie rozdiely boli medzi spoločenstvami V tabuľke 2 uvádzame pokryvnosť a početnosť trávnej a bylinnej zložky na obnovovanej ploche. U cieľového spoločenstva *Arrhenatherion* sa porast už v nasledovnom roku po obnove výrazne zapojil. Pred 1. kosbou bol tvorený vysokými druhmi tráv, ktorých podiel bol až 60 %, no v 2. kosbe sa situácia zmenila, trávy ustúpili a došlo k výraznému rozšíreniu bylinnej zložky až 80 %, z toho 50 % tvorila ďatelina lúčna (Tabuľka 2). K podobným zisteniam dospeli aj (Kirmer and Tischew, 2006, Martincová *et al.*, 2011, Martincová *et al.*, 2012).

**Tabuľka 2.** Botanické zloženie obnovovanej plochy  
**Table 2** Botanical composition of sward at receptor sites

Dátum zázpisu <sup>1</sup>	Variant <sup>2b</sup>	Obnovovaná plocha - Receptor site							
		<i>Arrhenatherion</i>		<i>Mesobromion</i>		<i>Arrhenatherion</i>		<i>Mesobromion</i>	
		Pokryvnosť tráv <sup>3</sup> (%)	Počet druhov tráv <sup>4</sup>	Pokryvnosť <sup>2</sup> tráv <sup>3</sup> (%)	Počet druhov tráv <sup>4</sup>	Pokryvnosť <sup>2</sup> bylín <sup>5</sup> (%)	Počet druhov bylín <sup>6</sup>	Pokryvnosť <sup>2</sup> bylín <sup>5</sup> (%)	Počet druhov bylín <sup>6</sup>
22.6.2010	GH	60,0	13	56,5	12	40,0	19	39,5	28
22.6.2010	DH	58,0	13	55,0	12	41,6	23	44,6	34
14.9.2010	GH	18,0	10	63,0	10	82,0	18	36,0	29
14.9.2010	DH	20,0	19	60,0	10	80,0	19	40,0	29

<sup>1</sup> relevé dates; <sup>2b</sup> treatment (GH = green hay; DH = dry hay); <sup>3</sup> grass proportion (%); <sup>4</sup> grass species number, <sup>5</sup> herb proportion (%), <sup>6</sup> herb species number;

Parametre úspešnosti obnovy sú uvedené v tabuľke 3 a 4. U cieľového spoločenstva *Arrhenatherion* podiel prenesených cieľových druhov zo zdrojového porastu sa pohyboval pred prvou kosbou (2010) v rozmedzí 70,8-79,2 % a pokryvnosť cieľových druhov predstavovala 76,2 -78,6 % (Tabuľka 3), čo poukazuje na rýchly prenos cieľových druhov a vysokú mieru prenosu cieľových druhov. V ďalšom roku sa pokryvnosť cieľových druhov zvýšila na 88,4-93,3 %. Úspešnejšia obnova bola zaznamenaná u cieľového spoločenstva *Mesobromion*, kde podiel cieľových druhov prenesených zo zdrojového porastu bol 80 % (v prípade aplikácie zeleného sena aj suchého sena) a ich pokryvnosť predstavovala 70 % z celkovej pokryvnosti bylinnej vrstvy (Tabuľka 4). Obnovený porast sa podobal pôvodnému porastu a úspešnosť obnovy bola vysoká. Bolo to ovplyvnené aj veľmi podobnými stanovištnými podmienkami, medzi zdrojovým porastom a obnovovanou plochou. Z celkového počtu druhov zdrojového porastu (59) bolo vybratých 25 cieľových druhov,

z ktorých bolo prenesených celkovo 20. V druhom roku po založení bol na obnovovanej ploche zaznamenaný pokles prenesených cieľových druhov (64 %).

**Tabuľka 3.** Parametre úspešnosti obnovy cieľového spoločenstva *Arrhenatherion*

**Table 3** Restoration success - *Arrhenatherion* target vegetation

Plocha <sup>5</sup>	Zdrojová plocha <sup>1</sup>	Obnovovaná plocha <sup>2</sup>			
		Zelené seno <sup>3</sup>	Seno <sup>4</sup>	Zelené seno <sup>3</sup>	Seno <sup>4</sup>
Variant obnovy <sup>6</sup>	Júl 2009	Jún 2010	Jún 2010	Jún 2011	Jún 2011
Dátum hodnotenia <sup>7</sup>					
Celkový počet druhov <sup>8</sup>	55	30	34	27	27
Celkový počet cieľových druhov <sup>9</sup>	24	19	21	17	17
Podiel všetkých prenesených druhov (%) <sup>10</sup>	-	47,3 %	52,7 %	47,3 %	47,3 %
Podiel prenesených cieľových druhov (%) <sup>11</sup>	-	70,8 %	79,2 %	70,8 %	70,8 %
Celková pokrývnosť bylinnej vrstvy (%) <sup>12</sup>	99,9 %	96,0 %	94,0 %	97,0 %	99,5 %
Podiel cieľových druhov na celkovej pokrývosti (%) <sup>13</sup>	79,8 %	78,6 %	76,2 %	93,3 %	88,4 %

<sup>1</sup> donor site; <sup>2</sup> receptor site; <sup>3</sup> green hay; <sup>4</sup> dry hay; <sup>5</sup> site; <sup>6</sup> treatment; <sup>7</sup> relevé (dates); <sup>8</sup> total species number; <sup>9</sup> target species number; <sup>10</sup> total transfer rate (%); <sup>11</sup> transfer rate of target species (%); <sup>12</sup> total cover of herb layer (%); <sup>13</sup> share of target species in total cover (%);

**Tabuľka 4.** Parametre úspešnosti obnovy cieľového spoločenstva *Mesobromion*

**Table 4** Restoration success - *Mesobromion* target vegetation

Plocha <sup>5</sup>	Zdrojová plocha <sup>1</sup>	Obnovovaná plocha <sup>2</sup>			
		Zelené seno <sup>3</sup>	Seno <sup>4</sup>	Zelené seno <sup>3</sup>	Seno <sup>4</sup>
Variant obnovy <sup>6</sup>	Júl 2009	Jún 2010	Jún 2010	Jún 2011	Jún 2011
Dátum hodnotenia <sup>7</sup>					
Celkový počet druhov <sup>8</sup>	59	39	44	40	39
Celkový počet cieľových druhov <sup>9</sup>	25	20	20	16	16
Podiel všetkých prenesených druhov (%) <sup>10</sup>	-	57,6 %	64,4 %	47,5 %	45,8 %
Podiel prenesených cieľových druhov (%) <sup>11</sup>	-	80,0 %	80,0 %	64,0 %	64,0 %
Celková pokrývnosť bylinnej vrstvy (%) <sup>12</sup>	99,8 %	95,0 %	98,6 %	95,1 %	88,1 %
Podiel cieľových druhov na celkovej pokrývosti (%) <sup>13</sup>	83,0 %	72,1 %	70,5 %	67,8 %	71,0 %

<sup>1</sup> donor site; <sup>2</sup> receptor site; <sup>3</sup> green hay; <sup>4</sup> dry hay; <sup>5</sup> site; <sup>6</sup> treatment; <sup>7</sup> relevé (dates); <sup>8</sup> total species number; <sup>9</sup> target species number; <sup>10</sup> total transfer rate (%); <sup>11</sup> transfer rate of target species (%); <sup>12</sup> total cover of herb layer (%); <sup>13</sup> share of target species in total cover (%);

## Záver

Zvolené metódy zatrávnenia ornej pôdy prostredníctvom aplikácie zeleného a suchého sena z druhovo bohatých lúk sú úspešné pri dodržaní vhodného manažmentu pri zakladaní a v nasledujúcom období po obnove. Medzi zvolenými postupmi obnovy, t.j. po aplikácii zeleného sena a suchého sena neboli viditeľné rozdiely, avšak rozdiely sme zaznamenali medzi cieľovými spoločenstvami. Úspešnejšia obnova bola zaznamenaná u cieľového

spoločenstva *Mesobromion*, kde sa novovzniknutý porast veľmi približoval pôvodnému zdrojovému porastu a podiel cieľových druhov prenesených zo zdrojového porastu bol v prvom úžitkovom roku až 80 %. V druhom roku po založení bol na cieľovej obnovovanej ploche zaznamenaný pokles prenesených cieľových druhov.

## Literatúra

Haslgrübler P et al. (2011). Semi natural grasslands as a source of biodiversity improvement a central Europe project. In: Pötsch E.M., Krautzer B., Hopkins, A. (eds.) *Grassland Farming and Land Management Systems in Mountainous Regions*. Proceedings of the 16th Symposium of the European Grassland Federation, Gumpenstein, Austria, 29-31 August 2011. Grassland Science in Europe, vol. 16, p. 526-528. ISBN 978-3-902

Jongepierová I., Poková H (2006) Obnova trávnych porastů regionálních smesí. Metodická příručka pro ochranu přírody a zemědělskou praxi. Veselí nad Moravou : ZO ČSOP Bílé Karpaty, 2006, s.104.  
Kirmer A and Tischew S (2006) *Handbuch naturnahe Begrünung von Rohböden*, B.G. Teubner Verlag, Wiesbaden, 2006,DE, 195 pp.

Krautzer B., Hacker E (2006) Soil- Bioengineering Ecological restoration with native plant and seed material. In Conference 5-9. september 2006, HBLF Raumberg -Gumpenstein, Austria, 2006, 291 s.

Martincová J et al. (2011) Establishment of species rich grasslands on arable land. In Pötsch, E.M., Krautzer B., Hopkins, A. (ed.): *Grassland Farming and Land Management Systems in Mountainous Regions. Proceedings of the 16 Symposium of the EGF*, Gumpenstein, Austria, 29-31, august 2011, Grassland Science in Europe, Vol. 16, str.601-603

Martincová J et al. (2012) Biodiversity improvement and grassland restoration using the seeds from species- rich meadows. [Zvyšovanie biodiverzity a obnova trávnych porastov s použitím semien z druhovo bohatých lúk]. In Biodiverzita v poľnohospodárskej krajine a v ekosystéme: *zborník z medzinárodnej konferencie projektu REVERSE- INTERREG IVC*. CVRV, Piešťany 13. jún 2012, s.21-25 ISBN 978-80-89417-37-7

Scotton M. et al. (2012) Practical handbook for seed harvest and ecological restoration of species - rich grasslands. Cooperativa Libraria Editrice Università di Padova 124 pp. ISBN 978 88 6129 800 2  
Projekt SALVERE Semi-natural grassland as a source of biodiversity improvement [online]. Dostupné z WWW: <[www.salvereproject.eu](http://www.salvereproject.eu)>

## Zhodnotenie pôdnych vlastností a floristického zloženia pred a po zaplavení poldra Beša

### The evaluation of soil properties and floristic composition before and after the polder Beša flooding

Dana Kotorová, Ladislav Kováč, Jana Jakubová, Božena Šoltysová, Pavol Balla

CVRV – Výskumný ústav agroekológie (PPRC – Agroecology Research Institute), Špitálska 1273, 071 01 Michalovce, Slovakia, kotorova@minet.sk

#### Abstract

In year 2009 in dry polder Beša ended solution of project “Quantification of no-production functions of soil and land in dry polder Beša”. In year 2012 in dry polder Beša started researching of project “Analyse of soil properties and landscape development of non-regularly overflowed areas“. This project builds on the previous one and focuses on the quantification of soil properties changes in the polder Beša after flooding in 2010. In four soil profiles were determined parameters as follows: particle-size composition, bulk density, total porosity, maximum capillary capacity. Ground survey, made in year 2012, confirmed very spatial soil heterogeneity from 2009 year. Overflowing of this area in year 2010 contributed to increasing of soil bulk density and decreasing of total porosity. In year 2012 values of maximum capillary capacity were lower about 1.65 % in comparison with year 2009. Based on the obtained results can be assumed negative changes in soil properties after flooding of the polder Beša area. In year 2012, significant changes of floristic composition in comparison to year 2009 wasn't determined.

**Keywords:** polder Beša, physical soil properties, botanical composition

#### Úvod

Záplavy ako také vznikajú rozliatím vody z vodných tokov po povrchu pôdy. To sa deje vtedy, keď vodné toky nie sú upravené, alebo je nevyhovujúci odtok dažďových zrážok z krajiny. Keďže vodné toky v nížinných oblastiach zvyčajne pretekajú poľnohospodárskou krajinou, ktorá je zároveň aj intenzívne využívaná, záplavy tak spôsobujú nemalé škody. Záplavy poľnohospodársky využívanej pôdy sú nebezpečné i škodlivé hlavne vtedy, ak trvajú dlhšiu dobu.

Pôdne pomery Východoslovenskej nížiny (VSN) zodpovedajú zložitým geologickým pomerom, ktoré spôsobujú veľkú pôdnu heterogenitu. Podľa najnovších spresnených údajov zistených Výskumným ústavom pôdoznalectva a ochrany pôdy sa z hľadiska zrnitosti zloženia na území VSN vyskytuje 3,2 % ľahkých pôd, 54,1 % stredne ťažkých pôd, 22,1 % ťažkých pôd a 20,6 % veľmi ťažkých pôd. Pre dané územie je charakteristické to, že jednotlivé pôdne druhy sa striedajú na veľmi krátkych vzdialenostiach (Vilček, 1998). Vodstvo VSN patrí do povodia rieky Bodrog. Vodné toky vytvárajú vejárovitú sieť, v ktorej sa rieky Latorica, Uh, Laborec a Ondava zbiehajú na pomerne malom území a tvoria spoločný vodný tok Bodrog. Rieky VSN sa zaraďujú k dažďovo-snehovému typu s maximálnym odtokom v jari a nízkym odtokom koncom leta a začiatkom jesene. V posledných desaťročiach sa na VSN záplavy vyskytujú stále častejšie. Súvisí to jednak s priebehom poveternostných podmienok v jarných mesiacoch, jednak s vysokou schopnosťou ťažkých pôd zadržiavať vodu. Aj z týchto dôvodov bol v roku 1965 v juhovýchodnej časti VSN pri obci Beša vybudovaný suchý polder, ktorý je svojou výmerou 1 568 ha a kapacitou 53 mil. m<sup>3</sup>



vody najväčším suchým poldrom v strednej Európe (Šútor et al., 1995). Územie poldra je zaplavované nepravidelne, a preto je možné aj jeho poľnohospodárske využívanie. Územie suchého poldra Beša predstavuje krajinný priestor zložený z rôznych ekosystémov (lesy, prirodzené lúky a pasienky, vodné ekosystémy, agroekosystémy), ktorá sa vyznačujú vysokým stupňom biodiverzity. Ekologická stabilita krajiny je na tomto území v dlhších a nepravidelných časových intervaloch narušovaná činnosťou človeka, a to umelým zaplavovaním poldra. Ďalej je stabilita a prírodná hodnota územia na jednej strane ohrozovaná procesmi intenzívnej poľnohospodárskej výroby, a na druhej strane opúšťaním poľnohospodárskej pôdy. Obidva tieto procesy sú negatívne, lebo vedú k strate a degradácii biotopov a ekosystémov, k úbytku biologickej rozmanitosti, k erózii a degradácii pôdy, k zmene hydrologického režimu a pod. (Boltižiar et al., 2008).

## Materiál a metódy

Polder Beša je nepravidelne zaplavované územie. Z tohto dôvodu bol od uvedenia do prevádzky v roku 1965 doteraz napustený 7-krát, a to v čase mimoriadnych povodňových situácií na vodných tokoch Východoslovenskej nížiny, ktoré sa vyskytli v októbri 1974, v januári 1979, v júli 1980, v marci 1999, v apríli 2000, v marci 2006 a v máji a júni 2010. V tabuľke 1 sú uvedené retenčné objemy a využitie objemu poldra.

**Tabuľka 1.** Napúšťanie poldra Beša

**Table 1** Polder Beša saturation

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

zdroj: SVP š. p.; source: SVP š. p.

Terénny prieskum a sondáž sa realizovali v júli 2012. Ako základné pôdne profily boli vybrané nasledovné pôdne druhy: piesočnato-hlinitá pôda, flovito-hlinitá pôda, flovitá pôda a íl.

Pôdne vzorky pre zistenie fyzikálnych a hydrofyzikálnych vlastností boli odoberané z hĺbky 0,0 – 0,6 m po 0,2 m zo všetkých štyroch pôdnych profilov. Pipetovacou metódou boli stanovené nasledovné zrnitostné frakcie (Zaujec et al., 2009): 1. frakcia – íl (< 0,001 mm), 2. frakcia – jemný a stredný prach (0,001 – 0,01 mm), 3. frakcia – hrubý prach (0,01 – 0,05 mm), 4. frakcia – jemný piesok (0,05 – 0,25 mm), 5. frakcia – stredný piesok (0,25 – 2,00 mm). Obsah zrn I. kategórie (< 0,01 mm) bol určený ako súčet 1. a 2. frakcie, t.j. súčet obsahu ílu a jemného a stredného prachu. Z fyzikálnych a hydrofyzikálnych vlastností pôdy boli sledované nasledovné parametre: objemová hmotnosť redukovaná ( $\rho_d$ , kg.m<sup>-3</sup>), celková pórovitosť ( $P_c$ , %), maximálna kapilárna kapacita ( $\theta_{MKK}$ , %). Sledované pôdne parametre boli stanovené známymi analytickými metódami (Hrivňáková – Makovníková et al., 2011). V areáli poldra sa hodnotili zmeny vo floristickom zložení trvalých trávnych porastov (TTP). Pri využívaných trvalých trávnych porastoch sa monitoroval spôsob ich využívania. Floristické zloženie TTP bolo hodnotené metódou redukovanej projektívnej dominancie (Braun-Blanquet, 1964). Areál poldra sa vyznačuje značnou heterogenitou, ktorá v spojení

s rozsiahlou výmerou poldra komplikovala výskum, a preto sa územie poldra už v začiatkových fázach terénnych prieskumov rozdelilo do štyroch pomerne kompatibilných častí – na severnú, centrálnu, južnú a východnú.

## Výsledky a diskusia

Pôdne pomery Východoslovenskej nížiny (VSN) zodpovedajú zložitým geologickým pomerom, ktoré spôsobujú veľkú pôdnu heterogenitu. Podľa najnovších spresnených údajov zistených Výskumným ústavom pôdoznanectva a ochrany pôdy sa z hľadiska zrnitosti zloženia na území VSN vyskytuje 3,2 % ľahkých pôd, 54,1 % stredne ťažkých pôd, 22,1 % ťažkých pôd a 20,6 % veľmi ťažkých pôd. Pre dané územie je charakteristické, že jednotlivé pôdne druhy sa striedajú na veľmi krátkych vzdialenostiach (Vilček, 1998).

Pri výbere pôdných profilov pre sledovanie zmien zrnitosti zloženia a fyzikálnych vlastností pôdy v suchom poldri Beša sa zohľadňovalo nielen zastúpenie agro-ekotypov, ale tiež výmery jednotlivých pôdných druhov. Polder má slúžiť v prvom rade ako retenčná nádrž zachytávajúca tzv. veľké vody a z tohto dôvodu je nepravidelne zaplavovaný. Väčšinu výmery poľnohospodárskej pôdy na tomto území preto tvoria trvalé trávne porasty.

Zo zrnitosti zloženia sledovaných pôdných profilov v hĺbkach 0,0 – 0,2 m, 0,2 – 0,4 m a 0,4 – 0,6 m vyplýva, že v roku 2012 sa obsah ílu (1. frakcia) nachádzal v intervale 10,69 – 54,83 %. Obsah jemného a stredného prachu (2. frakcia) v hĺbke 0,0 – 0,6 m dosahoval 9,67 – 41,01 %. S obsahom týchto dvoch frakcií súvisí aj obsah zrn I. kategórie (tzv. ílovité častice), ktorý sa v hĺbke do 0,6 m nachádzal v rozpätí 22,28 – 78,89 %. Hrubý prach (3. frakcia) sa vo všetkých hodnotených pôdných sondách pohyboval v intervale 6,46 – 27,92 %. Obsah jemného piesku (4. frakcia) bol najnižší v profile 3. (7,35 %) a najvyšší (40,63 %) v profile 1., ktorý je piesočnato-hlinitý. Najmenej stredného piesku (5. frakcia) sa zistilo v pôdnom profile 4. (len 0,28 %) a najviac v profile 1. (17,59 %). Výrazné zmeny v zrnitostnom zložení pôdných profilov sa v roku 2012, v porovnaní s rokom 2009, nezistili. Zaradenie vybraných pôdných profilov k pôdnym druhom, t.j. k piesočnato-hlinitkej pôde, ílovito-hlinitkej pôde, ílovitej pôde a ílu (Kotorová et al., 2010) sa v roku 2012 nezmenilo.

**Tabuľka 2** Priemerné zrnitostné zloženie pôdneho profilu 0,0 – 0,6 m v suchom poldri Beša.  
**Table 2** Soil profile 0.0 – 0.6 m average granulometric composition for dry polder Beša.

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

kde: < 0,001mm – 1. frakcia, íl; 0,001-0,01 mm – 2. frakcia, jemný a stredný prach; 0,01-0,05 mm – 3. frakcia, hrubý prach; 0,05-0,25 mm – 4. frakcia, jemný piesok; 0,25-2,00 mm – 5. frakcia, stredný piesok; < 0,01 mm – I. kategória, ílovité častice  
where: < 0.001 mm – 1<sup>st</sup> fraction, clay; 0.001-0.01 mm – 2<sup>nd</sup> fraction, fine and medium dust; 0.01-0.05 mm – 3<sup>rd</sup> fraction, coarse dust; 0.05-0.25 mm – 4<sup>th</sup> fraction, fine sand; 0.25-2.00 mm – 5<sup>th</sup> fraction, medium sand; < 0.01 mm – I. category, clay particles

Optimálny stav fyzikálnych parametrov pôdy patrí k významným indikátorom úrodnosti pôdy a jej funkcií. Preto aj na plochách, ktoré patria z akýchkoľvek dôvodov k znevýhodneným a len čiastočne sa využívajú na produkčné účely, sú dôležité informácie o ich základných fyzikálnych ukazovateľoch. V tabuľke 3 uvedené hodnoty objemovej hmotnosti, celkovej

pórovitosti, maximálnej kapilárnej kapacity a nekapilárnej pórovitosti zistené v roku 2012 sú porovnané s hodnotami týchto fyzikálnych parametrov z roku 2009.

Ako vyplýva z údajov v tabuľke 3, v roku 2012 bola objemová hmotnosť vo všetkých sledovaných profiloch vyššia ako v roku 2009. Možno predpokladať zvýšenie tohto pôdneho parametra vplyvom zaplavenia poldra v roku 2010. So zvýšením objemovej hmotnosti korešpondovalo zníženie celkovej pórovitosti. Nižšia celková pórovitosť poukazuje na veľmi pravdepodobnú možnosť zníženia nielen transportnej, ale aj akumuláčnej funkcie pôdy v poldri Beša zmenšením pórového systému (Kotorová et al, 2011). Maximálna kapilárna kapacita sa nachádzala v pomerne širokom intervale a pohybovala sa na úrovni hodnôt známych pre pôdy s vysokým obsahom ílovitých častíc. Podobný bol aj vývoj nekapilárnej pórovitosti. Objem pórového priestoru poukazuje na skutočne reálne možnosti poldra Beša na jeho mimoprodukčné využívanie ako akumuláčného retenčného rezervoára pre zachytávanie veľkých vôd pri mimoriadnych situáciách na Východoslovenskej nížine.

**Tabuľka 3** Priemerné fyzikálne a hydrofyzikálne parametre pôdy v suchom poldri Beša.  
**Table 3** Average physical and hydrophysical soil parameters for dry polder Beša.

Parameter	Rok	Pôdny profil			
		1.	2.	3.	4.
$\rho_d$ [kg.m <sup>-3</sup> ]	2009	1718	1263	1232	1113
	2012	1751	1279	1354	1205
	$\Delta$ 2012-2009	+33	+16	+122	+92
Pc [%]	2009	34,80	51,71	52,86	58,31
	2012	34,27	51,88	48,96	54,78
	$\Delta$ 2012-2009	-0,53	+0,17	-3,90	-3,53
$\theta_{MKK}$ [%]	2009	32,55	41,79	47,38	52,33
	2012	28,22	45,00	43,09	51,11
	$\Delta$ 2012-2009	-4,33	+3,21	-4,29	-1,22

kde:  $\rho_d$  – objemová hmotnosť redukovaná, Pc – celková pórovitosť,  $\theta_{MKK}$  – maximálna kapilárna kapacita  
where:  $\rho_d$  – bulk density, Pc – total porosity,  $\theta_{MKK}$  – maximum capillary capacity

V rámci analýzy agroekosystémov na území poldra Beša po jeho zaplavení v roku 2010 sa v roku 2012 robili terénne prieskumy počas vegetácie trvalých trávnych porastov (TTP). Odoberali sa vzorky rastlinného materiálu na stanovenie sušiny a kvalitatívnych parametrov. Hodnotilo sa floristické zloženie porastu a jeho využívanie.

V štruktúre poľnohospodárskej pôdy v poldri Beša trvalé trávne porasty zaberajú výmeru 638,41 ha, čo predstavuje 81,38 % z poľnohospodárskej pôdy. Pri hodnotení trvalých trávnych porastov je dôležitý poznatok, že sú to vlhké aluviálne lúky tvorené psiarkovými porastmi patriace do fytoecologickej jednotky (zväzu, podzväzu) *Cnidion venosi*, *Alopecurion pratensis* a asociácie *Alopecuretum pratensis*. Areál poldra sa rozdelil do štyroch častí, a to na severnú, centrálnu, južnú a východnú časť, v ktorých sa robilo aj floristické hodnotenie (tabuľka 4).

**Tabuľka 4** Hodnotenie trvalých trávnych porastov v poldri Beša podľa častí v roku 2012 [%].  
**Table 4** Evaluation of perennial grass stands in polder Beša according parts – year 2012 [%].

Časť poldra	Výmera [ha]	Floristické zloženie							
		Trávy		Bôbovité		Byliny		Prázdne miesta	
		2009	2012	2009	2012	2009	2012	2009	2012
severná	165,42	93,6	96,1	4,4	1,9	2,0	2,0	0	0
centrálna	124,92	74,8	81,8	6,2	4,2	19,0	14,0	0	0
južná	218,69	93,1	95,5	3,9	1,0	3,0	3,5	0	0
východná	129,38	90,0	93,0	2,5	2,6	7,5	4,4	0	0

V severnej časti poldra TTP zaberajú výmeru 165,42 ha. Aj v roku 2012 v porastoch prevládali trávy, ktoré pokrývali 96,1 % plochy. Trávnú zložku z 95 až 99 % tvorila psiarka lúčna (*Alopecurus pratensis* L.). Z ostatných tráv boli identifikované len 1 – 3 % zastúpenia lipnice stlačenej (*Poa compressa* L.). Nízke bolo zastúpenie bôbových (1,9 %), z ktorých sa vyskytovala len vika vtáčia (*Vicia cracca* L.). Zastúpenie bylín bolo nízke, len 2,0 %.

Najvýznamnejšie boli zastúpené iskerník plazivý (*Ranunculus repens* L.), púpava lekárska (*Taraxacum officinale* Weber in Wiggers) a pichliač roľný (*Cirsium arvense* L. Scop.).

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

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

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

**Tabuľka 5** Hodnotenie využívania trvalých trávnych porastov v poldri Beša – rok 2012 [ha].

**Table 5** Evaluation of perennial grass stands using in polder Beša – year 2012 [%].

Časť poldra	Výmera [ha]	Využívanie	
		Kosenie	Mulčovanie
severná	165,42	91,77	73,65
centrálna	124,92	0	124,92
južná	218,69	0	218,69
východná	129,38	0	129,38

V severnej časti poldra sa kosilo na 91,77 ha, zostávajúca plocha sa mulčovala (tabuľka 5). Na ďalších častiach poldra (centrálna, južná, východná) sa trvalé trávne porasty nevyužívali na výrobu sena, ale celá výmera sa mulčovala a trávna hmota zostávala na pozemkoch.

## Záver

Výsledky terénneho prieskumu v roku 2012 potvrdili vysokú priestorovú heterogenitu pôdy v suchom poldri Beša zistenú v roku 2009. Prítomnosť rozdielnych pôdnych druhov – piesočnato-hlinitej pôdy, ílovito-hlinitej pôdy, ílovitej pôdy a ílu – opätovne poukázala na rozmanitosť pôdy v poldri Beša a na ich striedanie na krátkych vzdialenostiach.

Zaplavenie záujmového územia v roku 2010 prispelo k zvýšeniu objemovej hmotnosti a k zníženiu celkovej pórovitosti pôdy. Hodnoty maximálnej kapilárnej kapacity dosahovali hodnoty porovnateľné s údajmi známymi pre ťažké až veľmi ťažké pôdy, aj keď v roku 2012 boli jej hodnoty o 1,65 % nižšie v porovnaní s rokom 2009.

Na základe výsledkov doteraz získaných terénnym prieskumom možno predpokladať negatívne zmeny pôdných vlastností po zaplavení záujmového územia. Ďalší vývoj pôdných fyzikálnych a hydrofyzikálnych vlastností v suchom poldri Beša bude predmetom ďalšieho skúmania.

V roku 2012 sa v porovnaní s rokom 2009 nedošlo k výrazným zmenám vo floristickom zložení porastu. Mierne sa zvýšil podiel trávnej zložky porastu, pričom s výnimkou východnej časti poldra sa znížil podiel bôbových. Podiel bylín sa výraznejšie znížil len v centrálnej a východnej časti poldra.

## Pod'akovanie

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

## Literatúra

- Boltžiar M *et al* (2008) Druhotná krajinná štruktúra územia suchej retenčnej nádrže poldra Beša v roku 2003. In: Ekologické štúdie VII. Nitra: Slovenská ekologická spoločnosť pri SAV, 2008, s. 28-36. ISBN 978-80-968901-5-6
- Braun-Blanquet J (1964) Pflanzensozologie. Grúndzuge für vegetationskunde, Springer-Verlag. Wien New York, 864 p.
- Hrivňáková K. *et al* (2011) Jednotné pracovné postupy rozborov pôd. 1. vyd. Bratislava : Výskumný ústav pôdozvedectva a ochrany pôdy, 2011. 136 s. ISBN 978-80-89128-89-1
- Kotorová D *et al* (2010) Možnosti mimoprodukčného využívania poldra Beša. Folia oecologica 51 (3): 74-88.
- Kotorová D *et al* (2011) Dependence of heavy soil transport function on soil profile depth. Agriculture (Poľnohospodárstvo), vol. 57, 2011, no. 2, pp. 45-52. DOI:10.2478/v10207-011-0005-0
- ŠÚTOR J *et al* (1995) Hydrológia Východoslovenskej nížiny. 1. vyd. Michalovce: Media Group v.o.s., 1995. 467 s. ISBN 80-88835-00-3
- Vilček J. (1998) Interpretácia bonitácie pôd na Východoslovenskej nížine. In: Trvalo udržateľný rozvoj poľnohospodárskej výroby na regionálnej úrovni. Michalovce : OVÚA, 1998, s. 207-212.
- Zaujec A *et al* (2009) Pedológia a základy geológie. 1. vyd. Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, 2009. 400 s. ISBN 978-80-552-0207-5

## Assessment of the persistence of liming on the mountain meadow

Mirosław Kasperczyk, Joanna Szkutnik, Piotr Kacorzyk

Institute of Plant Production – Department of Grassland Management, University of Agriculture in Krakow, Al. Mickiewicza 21, 21-130 Krakow, kl@ur.krakow.pl

### Abstract

The study was conducted in the 12th year after liming on the mountain meadow. Dose of liming was 2.0 t CaO ha<sup>-1</sup>. At the beginning of study pH of soil was: pH<sub>H<sub>2</sub>O</sub> = 5.30 and pH<sub>KCl</sub> = 4.36. The study included three objects located on the limed soil and not limed. They included: object without fertilization, object with potassium and phosphorus fertilizer and receiving beside this 2 components also 100 kg N ha<sup>-1</sup>. Investigation included: botanical composition of sward, yield of forage, yield of more important macronutrients (N, P, K, Ca, Mg) and soil pH. Residual effect of liming was partly visible in botanical composition of sward, encouraging to development of *Trifolium repens* and *Alchemilla monticola*. Then, in a larger yield of Ca and Mg and in a higher pH of the soil - 0.40 units in KCl at object without fertilization and 0.19 units at object with PKN.

**Keywords:** mountain meadow, liming, dry matter, macroelements, pH of soil

### Introduction

Generally grassland vegetations are tolerant to the soil pH. Therefore, even after delivering essential nutrients on very acid soils plants provide high yield (Gorlach 1993, Kasperczyk and Szewczyk 2006, Kopeć 2000, Mazur et al. 1993). However, forage produced on such soils is generally characterized by a low content of calcium, magnesium and phosphorus, and excessive amounts of undesirable components. For instance Ostrowska (1993) claim that soil pH has a greater influence on the content of heavy metal in the meadow sward than the contents of these chemical components in soil. Smyk (1994) shows that the increase of acidification of soil lead to reduction of antibiotic potential what it favors the growth of fungi, to worst utilization of nitrogen by plants and formation of nitrosamines. It was conducted many researches concerning to the effect of liming on soil properties and plants yielding. However those investigations were carried out in relatively short periods of times. The purpose of this study was to evaluate the effects of the persistence liming action after 12 years.

### Materials and methods

The study was conducted in 2011 - it is in 12th year after liming of mountain meadows. The experimental field was located on the brown soil, loam granulometric composition. Soil was acidic (pH<sub>KCl</sub> = 4.3). The experimental field was divided into two parts, where one was limed. On each of them were identical to the three objects (Table 1- 4). Liming was performed in the spring of 2001, with dose of 2.0 t CaO ha<sup>-1</sup> in the carbonate form. Dose of lime was based on the hydrolytic acidity value of 0.5. Throughout the period of research the meadow was mown - gathering two regrowths at year. The phosphorus and potassium fertilization applied once annually, nitrogen in the ratio of 60% for the first and 40% to the second regrowth. Content of the chemical components in the soil and plants was determined: nitrogen by Kjeldahl method, and the other by ICP-AES method.

## Results and discussion

In the 12th year since the implementation of liming effect was partly visible in the floristic composition of the sward, collection of some of the minerals components and the pH of the soil. Differences between the floristic composition were observed only in two objects: liming and without liming. These differences were in the amounts of the two species, they were *Alchemilla monticola* and *Trifolium repens* (Table 1). The first of these species occurred in greater numbers in all liming objects, and second species only in the object fertilized with phosphorus and potassium.

**Table 1** Proportion of dominant species of meadow sward in I regrowth in 12<sup>th</sup> year of the liming.

	Variant					
	0	P <sub>18</sub> K <sub>60</sub>	P <sub>18</sub> K <sub>66</sub> N <sub>100</sub>	0 +Ca	P <sub>18</sub> K <sub>60</sub>	P <sub>18</sub> K <sub>60</sub> N <sub>100</sub>
<i>Festuca rubra</i>	27	25	30	26	25	28
<i>Agrostis capillaris</i>	12	7	7	10	6	5
<i>Festuca pratensis</i>	7	24	29	8	24	31
<i>Agropyron repens</i>	3	3	9	3	2	8
<i>Alchemilla monticola</i>	6	7	4	10	10	10
<i>Trifolium repens</i>	3	13	1	3	20	1

Residual effect of liming did not appear in the meadows yielding (Table 2). The highest yields were collected from object receiving PKN fertilization, and the lowest yield was in objects without fertilization.

**Table 2** Yield of dry matter [t ha<sup>-1</sup>]

Variant	Regrowth		
	I	II	Σ I+II
0	2.69	1.63	4.32
P <sub>18</sub> K <sub>60</sub>	4.18	2.31	6.49
P <sub>18</sub> K <sub>66</sub> N <sub>100</sub>	4.49	3.74	8.23
0+Ca	2.90	1.50	4.4
P <sub>18</sub> K <sub>60</sub> +Ca	4.37	2.52	6.89
P <sub>18</sub> K <sub>60</sub> N <sub>100</sub> +Ca	4.62	3.49	8.11

Yield of chemical components with dry matter yield, from all liming objects collected much more calcium and magnesium, and the object fertilized with phosphorus and potassium also other components (Table 3). The biggest differences in the yielding of these components were observed between the control objects, and the smallest between objects fertilized with PKN. In the first case it was in Ca - 27%, Mg - 54%, and in the second: 8% and 7%, respectively. Between the fertilized objects including phosphorus and potassium, differences in components uptake ranged from 5% in nitrogen to 20% in magnesium. The soil from liming objects compared to objects without liming and initial state, characterized by a higher pH (Table 4).

**Table 3** Yield of macroelements [kg ha<sup>-1</sup>]

Variant	N	P	K	Ca	Mg
0	82.0	7.2	59.3	22.5	4.6
P <sub>18</sub> K <sub>60</sub>	127.3	13.6	112.9	44.8	11.0
P <sub>18</sub> K <sub>66</sub> N <sub>100</sub>	141.2	16.3	125	48.4	13.6
0+Ca	85.2	7.8	56.8	28.6	7.1
P <sub>18</sub> K <sub>60</sub> +Ca	133.7	15.6	129.5	52.9	13.3
P <sub>18</sub> K <sub>60</sub> N <sub>100</sub> +Ca	141.6	16.0	126.2	52.4	14.6

**Table 4** Soil pH in 12th year after liming

Variant	Value pH	
	H <sub>2</sub> O	KCl
Initial state - year 2011	5.3	4.36
0	5.3	4.3
P <sub>18</sub> K <sub>60</sub>	5.3	4.37
P <sub>18</sub> K <sub>66</sub> N <sub>100</sub>	5.3	4.26
0+Ca	5.7	4.7
P <sub>18</sub> K <sub>60</sub> +Ca	5.6	4.58
P <sub>18</sub> K <sub>60</sub> N <sub>100</sub> +Ca	5.5	4.45

The largest difference occurred between control “0” objects where was 0.4 pH units, both expressed in H<sub>2</sub>O and KCl. However, the smallest difference occurred between objects PKN, amounting to 0.19 pH units in KCl. It is worth to notice that after 12 years of meadow utilization in objects without liming, soil pH did not change. And in the objects limed in regard to the state from 4th years after liming, pH of soil clearly decreased (Kasperczyk i Szewczyk 2006). Then soil pH<sub>KCl</sub> was on level 4.9-5.0 and after 8 years, in 2011, it was lower by 0.4-0.5 units, what annual average reduction is 0.05-0.06 units.

According to the literature review by Mikołajczak i Gawędzki (2002) and other research (Kasperczyk and Szewczyk 2006, Kopeć 2000) appear that liming promotes the spread of many species of grasses and legumes. In the present study, this relationship was reflected only in the case of *Trifolium repens*. However, positive effect of liming observed in development of *Alchemilla monticola* is not supported by the literature. Higher yield of calcium and magnesium from limed objects provide about their increased presence in the soil derived from the liming process. The larger uptake all the components from the soil in the object fertilized with phosphorus and potassium on the background of liming should be combine to with a larger share of *Trifolium repens* in the first regrowth.

Görlach (1993) research shows that the residual effect of liming depends on the type of soil. The author reports that after 10 years from liming of meadow located on sandy soil, pH of soil returned to the initial state, while on the heavy soil, it was still about 0.3-0.4 units higher than the initial state. Therefore the beneficial effect of liming on the pH soil founded in this study after 12 year of investigation is reflected to the above statements according to the results of heavy soil.



## Conclusions

Obtained results can be concluded as follows:

1. Liming fertilization is persistence action. After 12 years of implementation was more visible increase of: the participation of dicotyledons, yield of Ca and Mg and higher soil pH.
2. Whereas the annual reduction liming soil pH is on 0.05-0.06 units, it can be estimated that the beneficial effect of calcium dose in the amount of approximately 2 t CaO ha<sup>-1</sup> on a acidic mountain grassland will be maintain for a 10 years.

## References

- Gorlach E (1993) Zmiany chemicznych właściwości gleb użytków zielonych w wyniku wapnowania. Sem. Nauk. nt. Problemy Wapnowania Użytków Zielonych, Falenty: IMUZ, 9-20.
- Kasperczyk M a Szewczyk W (2006) Skuteczność wapnowania łąki górskiej. Woda-Środowisko- Obszary Wiejskie, t.6 z.1(16): 153-159.
- Kopec M (2000) Dynamika plonowania i jakości runi łąki górskiej w okresie trzydziestu lat trwania doświadczenia nawozowego. Zesz. Nauk. AR Krak. Rozpór. Z. 267 ss.84.
- Mazur K *et al* (1993) Plonowanie i zawartość związków azotowych w runi łąkowej jako efekt wapnowania. Sem. Nauk. nt. Problemy Wapnowania Użytków Zielonych, Falenty: IMUZ, 109-118.
- Mikołajczak Z a Gawędzki J (2002) Skład botaniczny runi w warunkach umiarkowanego nawożenia oraz skutki po zaprzestaniu gospodarowania w Sudetach. Mat. Konf. nt. Ekologia Travneho Porastu VI, Bańska Bystrica, 26-28.
- Ostrowska E (1993) Wpływ odczynu gleby na zawartość metali ciężkich w roślinności łąkowej. Sem. Nauk. nt. Problemy Wapnowania Użytków Zielonych, Falenty: IMUZ, 192-198.
- Smyk B (1994) Nitrozoaminy i mikotoksyny a zagrożenie środowisk przyrodniczych i żywności oraz zdrowia ludzkiego. Mat. Konf. Częstochowa-Jasna Góra, nt. Środowisko a zdrowie. Kom. Ochr. Zdr. Społ. PAN O. Kraków, 67-94.

## Vplyv aplikácie špecifického kompostu na imobilitu uhlíka v trvalých trávnych porastoch

### Effect of specific compost application on immobility soil carbon in permanent grasslands

Štefan Pollák, Alena Rogožníková

PPRC Piešťany, GMARI - Grassland and Mountain Agriculture Research Institute,  
Mládežnícka 36, 974 21 Banská Bystrica, Slovakia,  
pollak@vutphp.sk, rogoznikova@vutphp.sk

#### Abstract

The main importance of microorganisms in the soil lies in their enzymatic activity in continuous synthesis while affecting the mobility and cycle of many nutrients and especially the main biogenic elements - carbon and nitrogen. The soil microflora ensures residue decomposition of organic matter by mineralization process. The process takes place at several levels of decomposition, intermediates of microbial processes are unstable and act as minerals, after other oxidation-reduction reactions, which are characterized by increased mobility and transfer to other ecosystem components. Undesirable form of nitrogen is mainly in the form of nitrite with storage capacity and leaching of soil environment. In terms of agricultural utilization based on these features, laboratory experiments proved bacteria-induced decomposition of organic matter mineralization accompanied by the release of nitrogen in ammonium and nitrate form. Process is limited due to aliquots volume of accessible soil carbon and its activities to bind nitrogen.

**Keywords:** compost, permanent grassland, forms of nitrogen, immobility of soil carbon, microbiology.

#### Úvod

V celosvetovom meradle vyvstávajú naliehavé otázky ako zachovať súčasný stav kvality pôdy a pritom z nej trvalo udržateľne produkovať, ako využiť energiu mikrobiologických procesov v pôde a najnovšie ako dlhodobo ukladať uhlík v mačine a v celom pôdnom profile. Prírodná transformácia organických látok za účasti aeróbných a anaeróbných mikroorganizmov v pôde vytvára z biomasy v priebehu času humus. Usmernením tohto procesu prostredníctvom kompostovania možno množstvo humusu zvýšiť a tým viazať značné množstvo uhlíka a živín. Zohľadnením miestnych podmienok, minimálnych nákladov, revitalizáciou trávnych porastov (ďalej TP) a výrobou kompostu z fytomasy TP sa zaoberali (Kollárová et al., 2007) a tiež Pollák a Javorka (2010). Táto forma obsahuje ešte veľa živých organizmov, ktoré postupne zabezpečujú uvoľňovanie živín (Moňok, 2001). Pôsobenie čerstvého kompostu rozprúdi prísun živín krátkodobo, čomu sa venovala Hejátková, (2003). Poukázala na výhody zrelého kompostu: jeho vyšší obsah živín a ich postupné uvoľňovanie. Otázky interakcie pôdy s povrchovo aplikovaným kompostom a následné zmeny v respiračnej aktivite pôdy trvalého trávneho porastu sú z časového hľadiska zaujímavé.

## Materiál a metódy

Pokus sa riešil na výskumnej báze CVRV-VÚTPHP Suchý vrch, kataster obce Radvaň, v nadmorskej výške 480 m, na miernom sklonitom svahu so SV expozíciou. Oblasť patrí do regiónu Kremnických vrchov. Priemerné ročné zrážky sú 853 mm, za vegetačné obdobie 441 mm. Priemerné ročné teploty sú 7,7 °C, za vegetáciu 13,6 °C. Geologický substrát stanovišťa tvoria zvetraliny andezitov, pôdny typ – kambizem. Orná pôda sa po zatrávnení využívala kosením a pasením. Vývoj terajšieho TTP prebiehal na stanovišti 35 – 45 rokov, v priebehu ktorých sa vyvinulo spoločenstvo s dominanciou *Trisetum flavescens*. Na základe druhového floristického zloženia ho možno zaradiť do zväzu *Arrhenatherion*. Na ekologické hnojenie sme použili kompost vyrobený z nevyužitej fytomasy TTP podľa normy STN 46 5735. Chemické zloženie kompostu sme analyzovali v laboratóriu CVRV-VÚTPHP Banská Bystrica začiatkom roku 2010, z ktorého sme prepočítali gradovanú aplikovanú dávku dusíka (Tabuľka 1). Pokus sme založili v dňoch od 21. do 23. apríla 2010 v jarňom termíne podľa schémy (Obrázok 1). Na pokusnej ploche TTP boli vytýčené obdĺžniky 10 x 4 metre v 4 variantoch a 4 opakovaníach, celkove teda 16 štvorcov po 40 m<sup>2</sup>. Pred založením pokusu, aplikáciou kompostu boli odobrané pôdne vzorky, a následne boli odoberané pôdne vzorky v dvoch termínoch počas vegetačného obdobia, z ktorých bol vykonaný základný agrochemický rozbor.

Odber pôdnych vzoriek [hĺbka 0-100 mm] jednotlivých variantov sme vykonávali formou priemernej vzorky. Termíny odberov pôdnych vzoriek sme prispôbili agroklimatickým pomerom v danom regióne. Boli zaznamenané nadmerné a dlhotrvajúce zrážky (jesenný 2010), ktoré sa odzrkadlili aj v hodnotách absolútnej pôdnej vlhkosti, určenej gravimetrickou metódou do konštantnej hmotnosti [g.kg<sup>-1</sup>] (Tabuľka 3).

Hodnotenie pôd z hľadiska biologických pochodov, v závislosti na kvantitatívnej aj kvalitatívnej úrovni sme dosiahli mikrobiologickými rozborami obsahu uhlíka celkovej mikrobiálnej biomasy (ďalej C<sub>MB</sub>) fumigačnou metódou podľa Šantrúčkovej mikrobiologickým testom (14 dňová izotermická inkubácia vzoriek pri teplote 25°C). Stanovené hodnoty sme prepočítali na 1 kg sušiny. Vykonali sme základný test mineralizačných procesov nitrifikácie a celkovej mineralizácie. Priemerné hodnoty obsahu N [mg N.kg<sup>-1</sup>suš.] v pôde v amónnej NH<sub>4</sub>-N a dusičnanovej NO<sub>3</sub>-N forme boli stanovené kolorimetrickou metódou (SKALAR).

## Výsledky a diskusia

Agrochemický rozbor pôdy uvádza tabuľka 2. Najvyššiu schopnosť v absorbovaní a udržaní vlhkosti v pôdnej štruktúre sme zaznamenali na variante 3 za roky 2010 a 2011 (Tabuľka 3). Rovnomernosť vlhkosťných podmienok pôdy sa potvrdila veľmi tesnou hodnotou štandardnej odchýlky za všetky štyri varianty (7,24%), s rozpätím od minimálnej hodnoty variantu 1 (244,83 g.kg<sup>-1</sup>) do maximálnej hodnoty variantu 3 (287,11 g.kg<sup>-1</sup>), (jesenný odber 2010), minimálna hodnota kontrolného variantu 1 dosahovala 90,53 % priemernej hodnoty vlhkosti. Zo sumárneho vyhodnotenia nameraných priemerných údajov (odbery 2010 a 2011) sme zistili pomer jednotlivých variantov vlhkosti k priemernej hodnote za daný odber, kde variant 3 dosiahol v daných odberoch (jesenný 2010, jarný 2011) maximálne hodnoty 106,17%, 132,75% oproti priemernému obsahu; v jesennom odbere 2011 sa priblížil k priemeru 99,94%-ami. Minimálne hodnoty vlhkosti (90,53 a 91,90%) boli zistené vo variante 1 v dvoch odberoch (jesenný 2010 a 2011), vo variante 2 (obsahom 86,70%) v jednom odbere (jarný 2011). Zo stanovených údajov pôdnych vlastností vyplýva najvyššia schopnosť viazať obsah pôdnej vody v daných stanovištných podmienkach variantom 3, kde nadpriemerný obsah vlhkosti bol potvrdený 113,50 % oproti priemernému obsahu (Obrázok 4). V prvom roku

mala minimálna dávka kompostu efekt na zvýšenie pôdnej aktivity s predpokladom, že aplikovaná dávka kompostu stihla byť spracovaná pôdnymi mikroorganizmami skoro okamžite. Dôkazom toho je obsah humusu, ktorý poklesol v letnom odbere 2010 oproti stavu pred aplikáciou kompostu vo všetkých variantoch okrem variantu 2 (40 kg N.ha<sup>-1</sup>), kde došlo k miernemu nárastu obsahu humusu z 48,15 g.kg<sup>-1</sup> na 50,08 g.kg<sup>-1</sup>. V druhom roku došlo k nárastu obsahu humusu vo variante 3 a 4 o 23,36% v jarnom termíne, resp. o 27,08 % v jesennom odbere vo variante 4 (Obrázok 2).

Celkové množstvo obsahu anorganického dusíka v pôde veľmi presne dodržiavalo stúpajúcu tendenciu aplikovaného dusíkatého hnojiva. Obsah amónnej formy dusíka sme nezaznamenali za rok 2010 vo variantoch 3 a 4 (Tabuľka 3). V pozorovaných variantoch sme zistili významnú koreláciu ( $r = +0,7545^{++}$  za rok 2010 a  $r = +0,8126^{++}$  za rok 2010 a 2011) medzi hodnotami kvantity vlhkosti pôdy a dusičnanového dusíka.

Zmeny v obsahu C<sub>MB</sub> sa prejavili dynamikou pôdnej aktivity v druhom roku nárastom vo všetkých variantoch, čo sa potvrdilo objemom Cox, rozdielom obsahu jesenného odberu 2011 k stavu pred aplikáciou kompostu, najmä vo variantoch 4 t.j. 7,89 g C.kg<sup>-1</sup> a variant 3 t.j. 5,09 g C.kg<sup>-1</sup>. Za dva pokusné roky došlo ku kumulácii uhlíka v obsahu Cox najvýraznejšie vo variante 3 (8,70 g C.kg<sup>-1</sup>), vo variante 4 (2,61 g C.kg<sup>-1</sup>), vo variante 2 (1,20 g C.kg<sup>-1</sup>) (Obrázok 3). V kontrolnom variante došlo k poklesu uhlíka o hodnotu -6,09 g C.kg<sup>-1</sup>. V absolútnom vyjadrení došlo v hnojených variantoch k stabilizácii uhlíka 7,29 g C.kg<sup>-1</sup> (variant 2), 14,79 g C.kg<sup>-1</sup> (variant 3), 8,7 g C.kg<sup>-1</sup> (variant 4).

Pratotechnický zásah formou aplikácie kompostu sa prejavil výraznou dynamikou, došlo v hnojených variantoch k rozkolísaniu hodnoty Cox, so stúpajúcou dávkou bola aj amplitúda zmien obsahu uhlíka výraznejšia. V prvom roku v prvom odbere 46 dní po aplikácii kompostu v kontrolnom variante došlo k poklesu Cox o -1,65 g C.kg<sup>-1</sup>, v druhom variante (40 kgN/ha) došlo ako v jedinom k nárastu Cox o 1,14 g C.kg<sup>-1</sup>, v treťom variante došlo k poklesu -3,19 g C.kg<sup>-1</sup>, vo štvrtom variante k najvýraznejšiemu poklesu až o -4,74 g C.kg<sup>-1</sup>. V druhom roku v prvom odbere (termín jar) došlo k najvýraznejšiemu poklesu v kontrolnom variante o -5,42 g C.kg<sup>-1</sup>, nasledovaný variantom č.4 -0,54 g C.kg<sup>-1</sup>, variantom č. 2 -0,22 g C.kg<sup>-1</sup>. Nárast nastal iba vo variante 3 o hodnotu 6,80 g C.kg<sup>-1</sup>. V druhom roku v druhom odbere (termín jeseň) nastal nárast Cox vo všetkých variantoch v postupnosti od variantu 2 (0,28 g C.kg<sup>-1</sup>), kontrolnom variante 1 (0,98 g C.kg<sup>-1</sup>), variante 3 (5,09 g C.kg<sup>-1</sup>) a najvýraznejší nárast sme zaznamenali vo variante 4 (7,89 g C.kg<sup>-1</sup>).

Aj pri vyhodnotení množstva C<sub>MB</sub> fumigačnou metódou za sledované odbery sme zistili (Tabuľka 3), že variant 3 a variant 4 má nadpriemernú hodnotu C<sub>MB</sub> (priemer za odber 108,17% a 113,79%) v rámci stanovišťa, najnižší obsah C<sub>MB</sub> (78,68%) sme zistili na kontrolnom variante 1, kde sme zaznamenali (jesenný odber 2010 a jarný 2011) aj minimálne hodnoty mikrobiálneho uhlíka (380,07 a 513,99 mg.kg<sup>-1</sup>suš.). Pedologické pomery v tomto variante sa prejavujú s najnižšou zásobou pôdnej organickej hmoty. Znížené hodnoty C<sub>MB</sub> sú ukazovateľom nižšieho zásobovania biotopu základnými živinami. Výsledky sme vyhodnotili z aritmetických priemerných hodnôt produkcie CO<sub>2</sub> stanovenej metódou plynovej chromatografie. Na základe týchto meraní sme zistili vysokú koreláciu medzi jednotlivými fumigačnými fázami ( $r = 0,9883^{++}$  za rok 2010 a  $r = +0,8761^{++}$  za rok 2011). Aj priemerná hodnota variačného koeficientu v prvej aj v druhej fumigačnej fáze bola nízka (5,70% a 3,85% za rok 2010).

V sledovaných vzorkách sme metódou aeróbnej inkubácie zistili mineralizačné procesy a obsahy dusíka za odber v minerálnych formách (Tabuľka 3) a stanovovali sme hodnoty nitrifikácie a celkovej mineralizácie. Po inkubačnej dobe sme stanovili aj obsah dusíka v amónnej forme, ktorý dosahoval rozpätie v sledovaných odberoch za stanovište od 1,01 do 5,22 mg N.kg<sup>-1</sup>sušiny. Na celkovom obsahu dusíka v tejto forme sa podieľalo iba 7,33%. Celková suma priemerných hodnôt ľahko prístupného dusíka za stanovište a za tri

odbery dosahovala 65,98 mg N.kg<sup>-1</sup>sušiny. Obsah celkovej sumy priemerných hodnôt dusíka v nitrátovej forme dosahoval za stanovište hodnotu 60,04 mg N.kg<sup>-1</sup>sušiny, pričom minimálna hodnota bola nameraná na variante 1 (jarný odber 2011) a maximálna na variante 4 (jesenný 2010), (obsahom 13,20 a 74,59 mg N.kg<sup>-1</sup>sušiny). Potenciálnou nitrifikáciou za jednotlivé varianty sme zistili, že variant 4 má nitrifikačnú schopnosť hodnotenú v rámci stanovišťa a odberu ako nadpriemernú (132,81%), priemernú (100,93%) dosahuje variant 3 a podpriemerné hodnoty (76,01 a 90,27%) sme stanovili na variante 1 a var. 2. Táto postupnosť hodnotenia variantov bola pozorovaná aj pre hodnotenie celkovej mineralizácie dusíka za sledované odbery a roky (jesenný 2010, jarný 2011 a jesenný 2011), veľmi úzkou závislosťou sme potvrdili aj koreláciu ( $r=0,9897^{++}$ ) medzi hodnotami celkovej mineralizácie dusíka a jeho nitrifikačnou schopnosťou.

V prvom roku mala minimálna dávka kompostu efekt na zvýšenie pôdnej aktivity, respektíve dávka stihla byť spracovaná pôdnymi mikroorganizmami. Na rozprúdenie živín a okamžitú aktivizáciu pôdy postačil kompost v ekvivalentnej dávke 40 kg N.ha<sup>-1</sup>, už počas prvého roka sme zistili postupný pokles jeho účinku spotrebovaním živín. Aplikácia kompostu v dávke 80 kg N.ha<sup>-1</sup> sa javila z výsledkov pokusu ako najvýhodnejšia z hľadiska schopnosti viazať pôdnu vlhkosť. Jeho schopnosti viazať uhlík sa najsilnejšie prejavili po jednom roku aplikácie kompostu (v druhom roku v jarnom termíne). Aplikácia tejto dávky mala za následok najprv aktiváciu pôdných mikroorganizmov, ktoré spotrebovali prednostne dostupné živiny v pôde, (čo sa odzrkadlilo poklesom Cox počas prvého roka) a až následne po roku sa prejavil efekt stimulácie pôdnej aktivity vo forme viazania uhlíka.

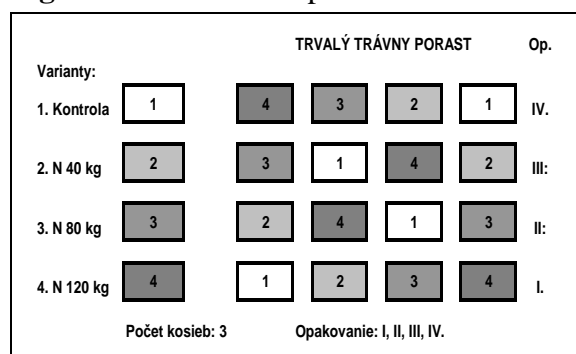
## Záver

V rámci biologicky dôležitých látok, ovplyvňujúcich stabilitu TP, je v najväčšej miere podmienená predovšetkým obsahom pôdneho uhlíka a anorganického dusíka (N<sub>an</sub>). Zo sledovaných foriem minerálneho dusíka vyplýva, že za stanovište sa vo vybratých variantoch obsah amónneho dusíka na kvantite celkového N podieľa veľmi nízkym podielom (7,33%). Na celkovom obsahu anorganického dusíka v prirodzene vlhkej pôde sa podieľala predovšetkým nitrátová forma dusíka (N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>). Najvyššiu potenciálnu nitrifikáciu vo vzťahu k sledovaným variantom 132,81% dosiahol variant 4, 100,93% dosiahol variant 3. Variant s najvyššou aplikačnou dávkou 120 kg N.ha<sup>-1</sup> má najpomalší nástup účinku viazať uhlík zo sledovaných variantov a prejavil sa ako dominantný až po poldruhu roku (v druhom roku v jesennom termíne). Aplikácia tejto dávky mala za následok najprv aktiváciu pôdných mikroorganizmov, ktoré spotrebovali prednostne najviac dostupných živín v pôde, (čo sa odzrkadlilo najväčším poklesom Cox počas prvého roka a pol) a až následne, na konci druhého roka sa prejavil efekt stimulácie pôdnej aktivity vo forme najintenzívnejšieho viazania uhlíka.

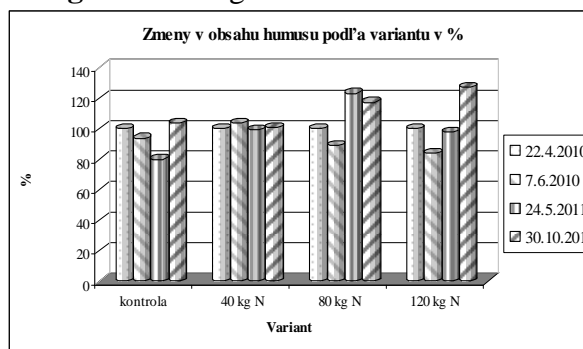
## Literatúra

- Hejátková K *et al* (2003) *Faremní kompost vyrobený kontrolovaným mikrobiálným kompostovaním*. Praha : VUZT: 62s. ISBN 80-238-9749-7
- Kollárová M *et al* (2007) Údržba trvalých travných porostů jako prvků územního systému ekologické stability krajiny. *Ekológia trávneho porastu VII – medzinárodná vedecká konferencia: zborník prípevkov z Medzinárodnej vedeckej konferencie pri príležitosti 45. výročia vzniku Výskumného ústavu trávnych porastov a horského poľnohospodárstva a životného jubilea prof. Ing. Vladimíra Krajčoviča*. Banská Bystrica: 411-416. ISBN 978-80-88872-69-6
- Moňok B (2001) Bioodpad problém? Riešenie kompostovanie! *Enviromagazín* 6 (6): 28-29. ISBN 1335-1877
- Pollák Š, Javorka J (2010) Využitie prebytočnej biomasy formou kompostovania s návrhom na modelové technologické riešenie. Banská Bystrica: CVRV - VÚTPHP. 25 s.

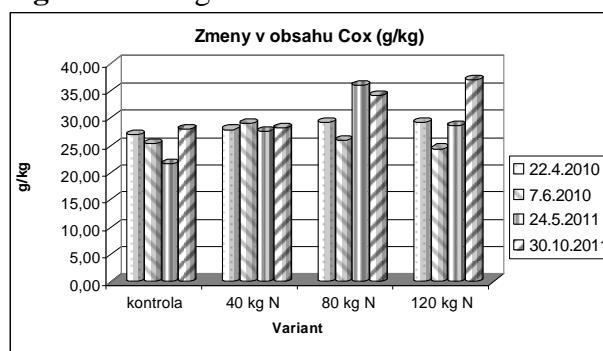
**Obrázok 1.** Schéma pokusu  
**Figure 1** Scheme of experiment



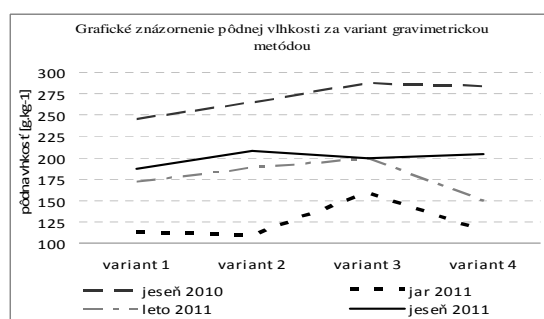
**Obrázok 2.** Zmeny v obsahu humusu  
**Figure 2** Changes in the content of humus



**Obrázok 3.** Zmeny v obsahu Cox  
**Figure 3** Changes in the content of carbon



**Obrázok 4.** Zmeny v obsahu vlhkosti  
**Figure 4** Changes in moisture content



**Tabuľka 1.** Charakteristika jednotlivých variantov stanovišťa Suchý vrch a dávky aplikovaného kompostu na pokusnú plochu s plochou 40 m<sup>2</sup>

**Table 1** Characteristics of Suchý vrch habitat variations and dose of compost applied to an experimental area of 40 m<sup>2</sup> area

Porast			Kompost						
TTP			I t zmieš. kompostu	N	P	K	Na	Ca	Mg
Variants	Charakteristika	kg/40 m <sup>2</sup>	Hnojenie	[kg.t <sup>-1</sup> ]					
1	kontrola	0	0	11,717	3,358	12,581	2,401	8,207	4,700
2	40 kg N/ha	13,65	40kg N.ha <sup>-1</sup>	40,00	11,47	42,95	8,20	28,02	16,05
3	80 kg N/ha	27,31	80kg N.ha <sup>-1</sup>	80,00	22,93	85,90	16,39	56,04	32,09
4	120 kg N/ha	40,91	120kg N.ha <sup>-1</sup>	120,00	34,40	128,85	24,59	84,05	48,14

**Tabuľka 2.** Rozbor pôdnych vzoriek  
**Table 2** Analysis of soil samples

Dátum odberu	Var.	pH /KCl	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	P	K	Mg	Cox	Humus	N	Ca	H/FK pomer
			mg/kg					g/kg				
22.4. 2010	1	4,35	6,00	1,25	5,93	123,08	290,73	26,99	46,52	3,54	1,38	0,43
	2	4,05	7,09	0,78	28,77	110,81	263,05	27,91	48,12	3,66	1,54	0,44
	3	4,22	6,29	0,69	7,03	110,81	383,01	29,15	50,25	3,49	1,97	0,41
	4	4,55	5,17	1,06	7,46	106,67	594,16	29,15	50,25	3,29	2,08	0,40
7.6. 2010	1	4,01	7,16	0,31	4,40	89,81	260,15	25,34	43,68	2,87	1,22	0,43
	2	4,08	8,31	1,37	5,52	114,92	359,70	29,05	50,08	3,62	1,43	0,63
	3	4,25	6,80	1,47	3,57	106,67	430,07	25,96	44,75	2,98	1,52	0,40
	4	4,64	4,27	1,47	5,51	102,50	587,39	24,41	42,08	3,02	1,80	0,40
24.5. 2011	1	4,13	0,32	6,35	2,03	97,47	141,31	21,57	37,19	2,34	0,93	0,49
	2	4,32	0,30	7,03	6,55	101,81	276,31	27,69	47,74	3,12	1,07	0,47
	3	4,5	0,16	6,58	3,59	110,34	338,62	35,95	61,99	3,03	1,27	0,41
	4	4,46	0,27	8,49	2,11	110,34	539,86	28,61	49,33	2,58	1,55	0,43
30.10. 2011	1	4,27	2,43	18,47	1,90	110,36	172,43	27,97	48,22	2,88	1,26	0,45
	2	4,54	2,29	17,71	10,69	117,77	299,68	28,19	48,60	3,30	1,27	0,39
	3	4,35	2,14	8,87	2,68	132,06	289,28	34,24	59,02	3,65	1,40	0,40
	4	4,57	2,29	19,13	2,41	155,69	455,88	37,04	63,86	3,48	1,40	0,38

**Tabuľka 3.** Priemerné hodnoty absolútnej pôdnej vlhkosti gravimetrickou metódou [g.kg<sup>-1</sup>] a hodnoty obsahu N [ mg N.kg<sup>-1</sup> suš.] v pôde v amónnej NH<sub>4</sub>-N a dusičnanovej NO<sub>3</sub>-N forme  
**Table 3** The average absolute value of soil moisture by the gravimetric method [g.kg<sup>-1</sup>] and N levels [N.kg mg<sup>-1</sup> DM.] Ammonium in the soil NH<sub>4</sub>-N and Nitrate NO<sub>3</sub>-N form

Dátum odberu	Var.	Charakteristika	Vlhkosť [g.kg <sup>-1</sup> ]	obsah dusíka [mg N.kg <sup>-1</sup> ]		
				NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	celkový
jesenný 6.9.2010	1	kontrola	244,83	1,15	14,55	15,70
	2	40 kg N/ha	265,44	0,04	18,55	18,59
	3	80 kg N/ha	287,11	0	19,63	19,63
	4	120 kg N/ha	284,36	0	28,2	28,20
jarný 24.5.2011	1	kontrola	126,92	0,32	6,35	6,67
	2	40 kg N/ha	122,66	0,30	7,03	7,33
	3	80 kg N/ha	187,80	0,16	6,58	6,74
	4	120 kg N/ha	128,48	0,27	8,49	8,76
jesenný 30.10.2011	1	kontrola	229,10	2,43	18,47	20,90
	2	40 kg N/ha	262,57	2,29	17,71	20,00
	3	80 kg N/ha	249,15	2,14	8,87	11,01
	4	120 kg N/ha	256,36	2,29	19,13	21,42

**Tabuľka 4.** Priemerné hodnoty celkového mineralizácie schopného dusíka (TMN) a uhlíka (C\_MB) a hodnoty intenzity nitrifikácie (NIT) laboratórnym experimentom

**Table 4** The average value of the total mineralization capable of nitrogen (TMN) and of carbon (C\_MB) and nitrification intensity values (NIT) laboratory experiment

Dátum odberu	Var.	obsah N po ink.		TMN priemer	NIT	obsah C_MB			STDEVA	Variač. koef. %
		NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N			priemer	MIN	MAX		
		[mg N.kg <sup>-1</sup> ]				[mg.kg <sup>-1</sup> suš.7d <sup>-1</sup> ]				
jesenný 6.9.2010	1	3,73	40,12	23,07	20,86	451,75	409,80	488,76	39,71	8,79
	2	2,30	42,53	19,52	17,28	695,09	580,09	768,68	100,88	14,51
	3	2,09	52,42	26,97	24,88	1018,15	1011,54	1030,77	10,93	1,07
	4	2,25	74,59	37,44	35,19	980,29	959,88	1003,22	21,78	2,22
jarný 24.5.2011	1	1,01	13,20	8,50	7,72	549,75	513,99	569,19	31,01	5,64
	2	3,15	15,09	12,25	9,05	609,23	590,93	640,31	27,06	4,44
	3	3,35	21,05	20,98	17,19	550,53	537,04	560,66	12,16	2,21
	4	1,51	24,46	19,42	18,02	696,57	678,03	721,43	22,38	3,21
jesenný 30.10.2011	1	5,22	33,78	22,25	18,82	730,38	695,13	762,83	33,93	4,65
	2	2,78	41,01	30,04	29,42	1223,67	1218,69	1226,83	4,37	0,36
	3	3,45	21,33	17,20	15,56	1043,5	1018,69	1062,18	22,38	2,14
	4	2,38	39,97	26,30	26,18	1457,64	1451,01	1466,72	8,13	0,56



## The impact of grassland management on plant species diversity between 2003 and 2009

Odstřčilová V.<sup>1</sup>, Kohoutek A.<sup>1</sup>, Komárek P.<sup>1</sup>, Nerušil P.<sup>1</sup>, Němcová P.<sup>1</sup>, Hrabě F.<sup>2</sup>, Rosická, L.<sup>2</sup>, Knot P.<sup>2</sup>, Chalupová P.<sup>3</sup>, Kašparová J.<sup>3</sup>, Šrámek P.<sup>3</sup>, Jiříč M.<sup>4</sup>, Jiříčová T.<sup>4</sup>, Pozdíšek J.<sup>5</sup>, Štýbnarová M.<sup>5</sup>, Svozilová M.<sup>5</sup>, Černoch V.<sup>6</sup>, Houdek I.<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Crop Research Institute Prague-Ruzyně, Research Station Jevíčko, the Czech Republic (CR)

<sup>2</sup>Mendel University in Brno, CR

<sup>3</sup>Oseva PRO Ltd., Grassland Research Station, Zubří, CR

<sup>4</sup>Crop Research Institute Prague-Ruzyně, Experimental Station Vysoké nad Jizerou, CR

<sup>5</sup>Research Institute for Cattle Breeding, Ltd., Rapotín, CR

<sup>6</sup>DLF - TRIFOLIUM s.r.o., Hladké Životice, CR

### Abstract

At six sites in the Czech Republic, long-term small plot trials with tall oatgrass stand type *Arrhenatherion* were established on permanent grasslands in 2003, each consisting of 16 treatments in 4 replications. The intensity of utilisation: I<sub>1</sub>=(1<sup>st</sup> cut until May 15<sup>th</sup>, 4 cuts per year – cuts at 45-day interval), I<sub>2</sub>=(1<sup>st</sup> cut between 16<sup>th</sup> and 31<sup>st</sup> May, 3 cuts per year at 60-day interval), I<sub>3</sub>=(1<sup>st</sup> cut between 1<sup>st</sup> and 15<sup>th</sup> June, 2 cuts per year at 90-day interval) and I<sub>4</sub>=(1<sup>st</sup> cut between 16<sup>th</sup> and 30<sup>th</sup> June, 1 or 2 cuts per year, second cut after 90 days). Four levels of fertilizer application were used: F<sub>0</sub>=no fertilisation, FPK=P<sub>30</sub>K<sub>60</sub>N<sub>0</sub>; FPKN<sub>90</sub>= P<sub>30</sub>K<sub>60</sub>+N<sub>90</sub>, FPKN<sub>180</sub>=P<sub>30</sub>K<sub>60</sub>+N<sub>180</sub>. This paper is aimed at evaluation of botanical composition which changed under different grassland managements. Species diversity increased territorially, in total 163 plant species were identified. Botanical composition was above all influenced by nitrogen fertilization, which supports grass species and reduces legumes and other forbs. Higher grass proportion was found in two-cut regimes (I<sub>3</sub>, I<sub>4</sub>), too. The diversity of plant species and a more balanced proportion of agrobotanical groups (grasses, legumes, forbs) were found especially in grassland without nitrogen fertilization.

**Keywords:** grasslands, cutting frequency, nitrogen fertilization, biodiversity, botanical composition

### Introduction

Agriculture in the Czech Republic has been considerably transformed after the reforms since the early 1990s which has brought a livestock decrease by 50 and more percent, which deteriorates management and utilisation of permanent grasslands (Kohoutek *et al.* 2009). The proportion of extensively utilised permanent grasslands has recently increased in the CR up to 60 – 80 % due to agro-environmental measures, which leads to a surplus of unpalatable forage (data from Ministry of Agriculture). In Switzerland, the law requires that a minimum of 7 % of total area consists of species-rich meadows and pastures (ecological compensation areas) with postponed first cut until the 15<sup>th</sup> of June in lowlands and the 15<sup>th</sup> of July in mountainous regions (Gujer 2005). The goal is to reach about 10 % of interconnected ecological compensation areas. For utilisation of every further 1 % of the extensive management on the permanent grasslands in the CR, it would be necessary to increase the livestock numbers by 4 thousand heads which is not feasible presently and so a 'vicious circle' arises (Kohoutek & Pozdíšek 2006).

## Materials and methods

The long-term small plot trials were performed on permanent grasslands at six sites (Jevíčko, Hladké Životice, Vatín, Rapotín, Vysoké nad Jizerou and Zubří) between 2003 and 2009. The vegetation on the experimental stands was classified as *Arrhenatherion*. Detail description of each sites is in contribution Odstrčilová et al. (2007).

The intensity of utilisation is as follows:  $I_1$ =(1<sup>st</sup> cut until May 15<sup>th</sup>, 4 cuts per year – cuts at 45 day interval),  $I_2$ =(1<sup>st</sup> cut between 16<sup>th</sup> and 31<sup>st</sup> May, 3 cuts per year at 60 day interval),  $I_3$ =(1<sup>st</sup> cut between 1<sup>st</sup> and 15<sup>th</sup> June, 2 cuts per year at 90 day interval) and  $I_4$ =(1<sup>st</sup> cut between 16<sup>th</sup> and 30<sup>th</sup> June, 1 or 2 cuts per year, second cut after 90 days). Four levels of fertilizer application were used for each intensity of utilisation:  $F_0$ =no fertilization,  $FPK=P_{30}K_{60}N_0$ ;  $FPKN_{90}=P_{30}K_{60}+N_{90}$ ,  $FPKN_{180}=P_{30}K_{60}+N_{180}$ . Accurate small plot trials are set on a plot area of 10 m<sup>2</sup> in randomized block design with 4 replications. Botanical composition of vegetation was evaluated with a method of projective dominance (cover) before each cut in all treatments (Jevíčko, Vatín, Hladké Životice), at sites in Vysoké nad Jizerou, Rapotín, and Zubří only before the first cut as a consequence of capacity reasons. Over all sites the botanical composition of vegetation was recorded as proportion of agrobotanical groups (grasses, legumes, forbs) and number of vascular plant species. The contribution evaluates the number of detected plant species per treatment in all 6 sites in average from 2003 to 2009 and the effect of experimental interventions on the representation of botanical groups in the average of sites and evaluated years. ANOVA was used for the data analysis.

## Results and discussion

The impact of utilisation intensity and fertilization on composition of agrobotanic groups and quantity of plant species is presented in Figure 1. In the average of years 2003 – 2009 and six sites, grass proportion highly significantly increased from 4-cut utilisation ( $I_1=54\%$ ) towards two-cut utilisation ( $I_4=66\%$ ), also progressive N fertilization increased grass proportion from 51 % in zero-fertilized control ( $F_0$ ) to 72 % at the nitrogen rate of 180 kg.ha<sup>-1</sup> ( $FPKN_{180}$ ). With increasing grasses proportion in the sward, the proportion of legumes and forbs decreased highly significantly from 10 %, resp. 36 % in 4-cut utilisation ( $I_1$ ) to 6 %, resp. 28 % in extensive two-cut utilisation ( $I_4$ ) (Figure 1). Increasing N fertilization also decreased the share of legumes and forbs from 12 %, resp. 38 % ( $F_0$ ) to 2 % resp. 26 % ( $FPKN_{180}$ ). Between 2003 and 2009 altogether 163 plant species were identified. In an extensive two-cut utilisation a lower number of species (55) was determined in comparison with an intensive 4-cut utilisation (65). The highest number of species was recorded on plots without (63) or with low (FPK) fertilization (62). A higher rate of N fertilization (180 kg.ha<sup>-1</sup>) decreased the number of plant species down to 56.

**Table 1** Analyses of variance of evaluated parameters (ANOVA)

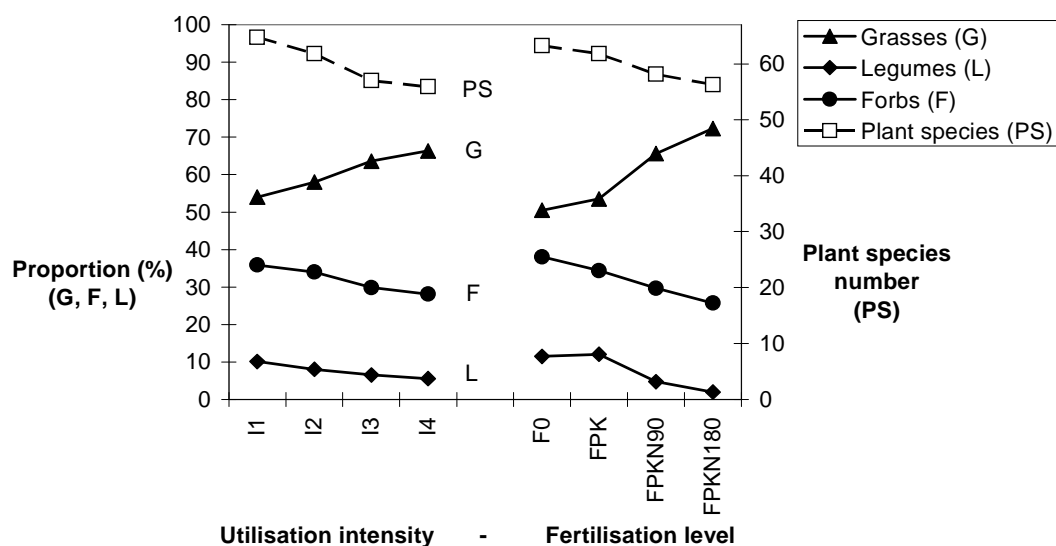
Source variability	df	Evaluated feature							
		Grasses		Legumes		Forbs		Plant species	
		SS	$F_{test}$	SS	$F_{test}$	SS	$F_{test}$	SS	$F_{test}$
A (cuts)	3	1479	**	193	**	615	**	821	**
B (fertilisation)	3	5033	**	1200	**	1395	**	493	**
Interaction AB	9	80	**	18	**	126	**	31	NS
Total	63	6830		1447		2405		1592	

$F_{test}$  – Fisher test; SS – sum of squares; df – degree of freedom; \*\* - statistically highly significant ( $P_{0,01}$ ); NS - statistically no significant.

These findings break the myth that an extensive two cut utilisation of grasslands is a way towards higher diversity of grasslands. Recent research in the CR shows that the optimum extent of extensively managed permanent grasslands, cut in mid-June and utilised for cattle feeding (dairy and beef cows) during interlactation periods, should not exceed 15 % of a managed area (Kohoutek & Pozdíšek 2006).

The results of variance analysis (Table 1) confirm that intensity of utilisation and rate of fertilization statistically highly significantly influenced composition of agrobotanic groups and quantity of plant species in the grassland.

### Agrobotanical groups (proportion, number of species)



**Figure 1** The effect of utilisation intensity and fertilisation level on the proportion of grasses, legumes, forbs and number of plant species in permanent grassland

### Conclusion

Extensive two cut utilisation of permanent grasslands and increasing N fertilization increases grass proportion and on the contrary decreases the proportion of legumes and forbs as well as the number of plant species.

### Acknowledgements

The contribution was made as a part of the research of the Ministry of Agriculture of the Czech Republic, Project No. QH 81280 and QI101C199.

### References

- Gujer H. U. (2005) A police to efficiently integrate biodiversity into grassland farming. In: Lillak R. *et al* (eds) Integrating efficient Grassland Farming and Biodiversity. The 13<sup>th</sup> International Occasional Symposium of the EGF, Tartu, Estonia, 29-31 August 2005; Estonian Grassland Society, Kreutzwaldi 56, 51014 Tartu, Estonia, pp. 73-79.
- Kohoutek A. and Pozdíšek J. (2006) Fodder research in the Czech republic focused on permanent grasslands (*in Czech*). In: Ferienčíková *et al.* (eds) Grassland – part of mountain agriculture and landscape. Scientific Conference, 27. – 28. 9. 2006 Banská Bystrica, GMARI, Mládežnická 36, Banská Bystrica, Slovakia, pp. 21–27.
- Kohoutek A. *et al* (2009) Selected indicators of productive and extraproductual

management of grasslands in the Czech Republic. In: Cagaš B. *et al.* (eds) *Alternative Functions of Grassland*. The 15<sup>th</sup> of the EGF Symposium, Brno, Czech Republic, 7-9 September 2009, RIFC Troubsko and GRS Zubří, Czech Republic, pp. 11-24.

Odstrčilová *et al* (2007) Effects of intensity of fertilisation and cutting frequency on botanical composition of permanent grassland. (in Czech), In: Pozdíšek J. (ed) *Multifunctional management and utilization of permanent grasslands in LFA*. Proceedings of the International Conference, Rapotín, 13 November 2007, Research Institute for Cattle Breeding, Ltd., Rapotín, Výzkumníků 267, 78813 Vikýřovice, Czech Republic, pp. 60-68.

## **Vliv hnojení a intenzity využití na druhovou diverzitu a kvalitu trvalého travního porostu asociace *Sanguisorba–Festucetum comutatae***

### **The effect of fertilization and cutting frequency on species diversity and grassland quality association *Sanguisorba–Festucetum comutatae***

Adam Nawrath, Jiří Skládanka, Iva Davidová, Martin Sochorec, František Hrabě, Jhonny Edison Alba Mejía

Ústav výživy zvířat a pícninářství, Agronomická fakulta, Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Czech Republic, e-mail: xnawrath@node.mendelu.cz

#### **Abstract**

Permanent grasslands are able to perform many functions. These functions are often indispensable. Grasslands are characterized by productive and non-productive functions. These associations are often characterized by high value of diversity, which is then reflected in the quality of biomass. Besides the floristic composition, the quality and yield of forage is determined by the fertilization and the intensity of use. Thanks to thoughtful interventions we can manage the grasslands so that to maintain species diversity and forage quality. The aim of the study was to explore the influence of fertilization N, P, K and cutting frequency on the species diversity, evenness and grassland quality. The trial plot was located in Kameničky (CHKO Žďárské vrchy). The average yearly temperature is 5,8 °C and the precipitation amount is 758,4 mm per year. Nitrogen application led to a decrease of biodiversity. Non-fertilization stands and stands after the application of P, K showed the highest biodiversity. Three-cut grass stands exhibited a higher diversity than two-cut grass stands did. The evenness was higher in the three-cut grass. The highest grassland quality was reached in the two-cut grass stands after the application nitrogen fertilization.

**Keywords:** cutting frequency, index of diversity, evenness, nitrogen, phosphorus, potassium

#### **Úvod**

Trvalé travní porosty představují obrovský produkční potenciál biomasy a jsou zároveň nedílnou a nezastupitelnou součástí ekologické stability krajiny (Klimeš, 2004; Gibson, 2009). Omezují erozní vlivy, zvyšují retenční kapacitu zadržování vody v krajině a poskytují životní prostor mnoha živočišným druhům. V celosvětovém měřítku jsou jedním z nejrozšířenějších biomů (Klimeš, 2004). Proto se také zvýšil význam trvalých travních porostů z hlediska zachování tohoto přírodního a kulturního dědictví, udržování krajiny, ochrany životního prostředí a zachování osídlení (Kohoutek et al., 2009). Druhová diverzita je základní složkou stability ekosystému a je dána počtem druhů v porostu. Počet rostlinných druhů se snižuje úměrně s hnojením a vyšší vlhkostí stanoviště. Počet druhů redukuje intenzivní pastva anebo větší frekvence sečení porostů. Suchá stanoviště mají bohatší druhové složení a nižší produkci. Na vlhkých stanovištích je vyšší produkce a užší druhová skladba (Skládanka, 2007). Biologická rozmanitost je výsledkem hospodaření na trvalém travním porostu. Je ovlivněna zejména hnojením, intenzitou a četností sečení, i klimatickými podmínkami (Smith et al. 1996; Fiala a Gaisler, 1999; Kollárová et al. 2007). Cílem práce je posoudit vliv hnojení N, P, K a počtu sečí na druhovou diverzitu producentů, ekvitabilitu a kvalitu travního porostu. Hypotéza vychází z předpokladu, že výše uvedené charakteristiky je možné ovlivnit nejenom hnojením, ale také počtem sečí.

## Materiál a metody

Pokusná plocha se nacházela východně od obce Kameničky, v jižní části CHKO Žďárské vrchy, které se rozkládají na pomezí Pardubického kraje a kraje Vysočina. Území je situované v bramborářské výrobní oblasti, klimatická oblast je chladná, okrsek mírně chladný.

Průměrný měsíční úhrn srážek za období od roku 1951 do roku 2000 na pokusné ploše je 758,4 mm a průměrná teplota ve stejném období je 5,8 °C. Pokusné plochy spadají do oblasti Českého masivu, který je tvořen převážně prvohorními a čtvrtohorními horninami. Matečná hornina zvětrává v kyselých podmínkách, kyselé látky se hromadí na povrchu půdy a částečně se posunují do hlubších vrstev. Pomalý průběh humifikace způsobuje sníženou biologickou aktivitu mikroorganismů. Půdní typ na pokusné ploše je pseudoglej luvický, kyselý na deluviu ruly a půdní druh je hlinitopísčité až hlinitý. Nacházejí se zde půdy mělké až středně hluboké, mírně šterkovité a místy kamenité. Obsah přijatelných živin na začátku experimentu byl na nehojených plochách 11,5 mg.kg<sup>-1</sup> P, 60,7 mg.kg<sup>-1</sup> K, 1791 mg.kg<sup>-1</sup> Ca, 161,3 mg.kg<sup>-1</sup> Mg, pH půdy 4,64. Pokus byl uspořádán metodou dělených dílců. Plocha parcely 1,5 x 10 m.

Prvním sledovaným faktorem byla intenzita hnojení (1) se stupni: nehojeno (1.1), hnojeno PK (1.2), hnojeno N90 + PK (1.3) a hnojeno N180 + PK (1.4). Druhým sledovaným faktorem byla intenzita využívání (2) se stupni dvousečné využití (2.1) a třísečné využití (2.2). Dusík byl dodáván ve formě ledku amonného s vápencem (LAV 27 %) v celkové dávce 90 kg.ha<sup>-1</sup> u varianty N90 + PK a u varianty N180 + PK v dávce 180 kg.ha<sup>-1</sup>. U třísečného využití byla dávka aplikována ve třech termínech (1/3 na jaře, 1/3 po 1. seči, 1/3 po 2. seči).

U dvousečného využití byl dusík aplikován ve dvou termínech (2/3 na jaře a 1/3 po 1. seči). Fosfor byl dodán v dávce 30 kg.ha<sup>-1</sup> P formou hyperkornu (26 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>). Draslík byl aplikován v dávce 60 kg.ha<sup>-1</sup> K formou draselné soli (60 % K<sub>2</sub>O). Fosforečná i draselná hnojiva byla aplikována v jarním období. Porost byl kosen strojem MF – 70 s prstovou žací lištou se záběrem 1,2 m a na výšku strniště 0,07 m. Sklizňová plocha jedné parcely byla 12 m<sup>2</sup>. Sklizeň probíhala u dvousečných porostů ve dvou termínech (polovina června a začátek září) a u třísečných porostů ve třech termínech (začátek června, začátek srpna a začátek října). Pro stanovení podílu druhů ve sklizené píce byla z pokusných ploch odebrána nadzemní fytomasa. Odebrané vzorky byly rozděleny na jednotlivé druhy, které byly následně usušeny při 60 °C. Po usušení se stanovil hmotnostní podíl jednotlivých druhů a tento podíl byl vyjádřen v procentech z celkové hmotnosti suché píce. Pro vyhodnocení druhové diverzity porostu byl použit Hillův index diverzity ( $N_2 = (\sum x_i)^2 / \sum (x_i^2)$ , kde  $N_2$  je index diverzity a  $x_i$  je podíl i-tého druhu v porostu (%). Ekvitabilita byla počítána podle vzorce  $E = N_2 / S$ , kde  $E$  je ekvitabilita,  $N_2$  je index diverzity a  $S$  je počet druhů ve vzorku. Kvalita travního porostu EGQ byla vypočítána podle vzorce  $EGQ = \sum (D.Kh)/8$ , kde EGQ je kvalita travního porostu,  $D$  je dominance druhu (%) a  $Kh$  krmná hodnota rostlinného druhu.

## Výsledky a diskuse

Druhová diverzita (tab. 1) byla vyšší u třísečného porostu ve srovnání s porostem dvousečným. Největší diverzita byla u varianty nehojené (N0), toto potvrzují také naše předešlé práce (Skládanka a Hrabě, 2008). Třísečný porost měl vysokou diverzitu i ve variantě PK. Druhovou diverzitu bylo možné označit jako vysokou (od 10,0 do 15,0). Nejnížší druhová diverzita se vyskytovala ve dvousečném porostu u variant hnojeno N90 + PK a N180 + PK, tuto diverzitu bylo možné označit jako velmi nízkou (< 2,5). Tento porost byl ovlivněn vysokou intenzitou hnojení a nízkým odběrem fytomasy. Mrkvička a Veselá (1999) uvádí, že zvýšená intenzita hnojení způsobuje snižování počtu druhů v porostu. Plochy hnojené dusíkem negativně ovlivňovaly mimoprodukční funkce z hlediska biodiverzity a naopak plochy nehojené, případně hnojené pouze PK, tyto funkce podporovaly. Podle Kollárové et

al. (2007) zachování biologické diverzity (přirozený a pestrý genofond rostlin, živočichů a mikroorganismů) přispívá k tlumení ekologických stresů.

**Tabulka 1.** Vliv hnojení a intenzity využití na hodnoty Hillova indexu diverzity ( $N_2$ ) v letech 2008 až 2011.

**Table 1** Effect of fertilization and cutting frequency on the values of Hill's diversity index ( $N_2$ ) in the years 2008-2011.

Rok <sup>1</sup>	Dvousečný porost <sup>2</sup>				Třísečný porost <sup>3</sup>			
	N0	PK	N90+PK	N180+PK	N0	PK	N90+PK	N180+PK
Rok 2008	9.7	6.1	2.6	2.7	9.5	8.7	6.1	6.2
Rok 2009	7.4	7.6	3.6	2.5	8.8	7.8	6.7	6.3
Rok 2010	8.5	4.1	4.8	4.1	11.1	10.2	4.2	8.3
Rok 2011	7.2	7.2	2.4	4.0	7.4	10.2	6.5	4.3
Průměr	8.2	6.3	3.4	3.3	9.2	9.2	5.9	6.3

<sup>1</sup> year, <sup>2</sup> mowing twice a year, <sup>3</sup> mowing three times a year

Celkově vyšší ekvitabilita (tab. 2) byla v porostu třísečném než dvousečném. Hodnoty ekvitability byly u třísečných porostů od 0,17 do 0,46, u dvousečných porostů tyto hodnoty byly v rozmezí 0,11 až 0,37. Největší vyrovnanost byla u ploch nehnojených (0,37, resp. 0,31). Vysoká ekvitabilita byla také při PK hnojení u třísečného porostu (0,32). Hnojení vyššími dávkami podporuje jen některé taxony a tím je společenstvo druhově chudší než společenstvo nehnojené - v porostu se vyskytují dominantní taxony ve větším procentuálním zastoupení. Vliv na ekvitabilitu měl počet sečí tím, že vícekrát sečený porost měl pozitivní vliv na vyšší hodnoty ekvitability a tím i na vyrovnanost a vyzrállost porostu. S rostoucí ekvitabilitou se zvyšovala diverzita travního porostu ( $r = 0,9457$ ,  $P = 0,0000$ ).

**Tabulka 2.** Vliv hnojení a intenzity využití na hodnoty ekvitability (E) v letech 2008 až 2011.

**Table 2** Effect of fertilization and cutting frequency on the values of evenness (E) in the years 2008-2011.

Rok <sup>1</sup>	Dvousečný porost <sup>2</sup>				Třísečný porost <sup>3</sup>			
	N0	PK	N90+PK	N180+PK	N0	PK	N90+PK	N180+PK
Rok 2008	0.37	0.22	0.10	0.11	0.31	0.30	0.21	0.26
Rok 2009	0.31	0.29	0.14	0.13	0.34	0.26	0.24	0.27
Rok 2010	0.29	0.16	0.19	0.22	0.46	0.34	0.21	0.36
Rok 2011	0.26	0.31	0.08	0.17	0.35	0.36	0.26	0.17
Průměr	0.31	0.25	0.13	0.16	0.37	0.32	0.23	0.27

<sup>1</sup> year, <sup>2</sup> mowing twice a year, <sup>3</sup> mowing three times a year

Nejvyšší kvalita travního porostu (tab. 3) byla u dvousečného porostu (rok 2008) ve variantách hnojeno N90 + PK a N180 + PK v rozmezí 71,1 – 72,9, což poukazuje na porost hodnotný až vysoce hodnotný. Plochy nejvíce ovlivňovala psárka luční (*Alopecurus pratensis* L.), která se v roce 2008 v porostu vyskytovala až 60% podílem. Kvalitu travního porostu dále ovlivnilo rdesno hadí kořen (*Bistorta major*), které je při podílu více než 5 % posuzováno jako druh méně hodnotný. Porost bezcenný až velmi málo hodnotný byl na nehnojených variantách. Kvalitu travního porostu negativně ovlivnil výskyt jedovatého pryskyřníku prudkého (*Ranunculus acer* L.) a řeřišnice luční (*Cardamine pratensis* L.). Pryskyřník prudký byl ve třísečném porostu v roce 2010 zastoupen 16,3 % a v roce 2011 9,1 %. Vyšší kvalita

travního porostu negativně korelovala s ekvitabilitou ( $r = -0,8339$ ,  $P = 0,0000$ ). S rostoucí kvalitou travního porostu se snižovala také diverzita ( $r = -0,7437$ ,  $P = 0,0000$ ).

**Tabulka 3.** Vliv hnojení a intenzity využití na kvalitu travního porostu (EGQ) v letech 2008 až 2011

**Table 3** Effect of fertilization and cutting frequency on the grassland quality (EGQ) in the years 2008-2011

Rok <sup>1</sup>	Dvousečný porost <sup>2</sup>				Třísečný porost <sup>3</sup>			
	N0	PK	N90+PK	N180+PK	N0	PK	N90+PK	N180+PK
Rok 2008	32.3	62.9	72.9	71.1	52.8	55.0	61.8	52.4
Rok 2009	40.8	59.4	68.3	72.4	31.1	58.1	63.0	50.7
Rok 2010	24.3	62.3	66.6	64.5	18.4	39.4	62.2	41.3
Rok 2011	46.6	24.1	71.7	65.5	15.3	49.6	59.0	53.4
Průměr	36.0	52.2	69.9	68.4	29.4	50.5	61.5	49.5

<sup>1</sup> year, <sup>2</sup> mowing twice a year, <sup>3</sup> mowing three times a year

## Závěr

Vyšší diverzita byla u nehnojných třísečných porostů, respektive porostů hnojených pouze fosforem a draslíkem. Aplikace dusíku vedla ke snížení druhové diverzity a negativnímu ovlivnění mimoprodukčních funkcí travních porostů, konkrétně biodiverzity. Stálá hodnota biodiverzity byla zaznamenána při dvousečném využívání u nehnojených porostů. Ekvitabilita byla celkově vyšší u třísečného porostu. Vyšší počet sečí měl pozitivní vliv na vyšší hodnoty ekvitability a tím i na vyrovnanost a vyzrállost porostu. Vyšší dávky živin podporovaly jen určité druhy rostlin a vedly k druhově chudším společenstvům, dominantnější zde byly robustnější druhy rostlin. Nejvyšší kvality travního porostu bylo dosaženo při dvousečném využití a aplikaci dusíkatých hnojiv. Kvalitu travního porostu na těchto plochách pozitivně ovlivňovala psárka luční (*Alopecurus pratensis* L.). Nehnojené porosty a porosty hnojené pouze fosforem a draslíkem negativně ovlivňoval pryskyřník prudký (*Ranunculus acer* L.) a řeřišnice luční (*Cardamine pratensis* L.) se zápornými krmnými hodnotami.

## Poděkování

Tato práce vznikla s podporou grantu QJ1310100 „Vývoj a optimalizace metod stanovení biogenních aminů v návaznosti na zvýšení zdravotní bezpečnosti siláží“ financovaného Národní agenturou pro zemědělský výzkum (NAZV).

## Seznam literatury

- Fiala J a Gaisler J (1999) *Obhospodařování travních porostů pícninářsky nevyužívaných*. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 38 s. ISBN 80-7271-029-X.
- Gibson D.J (2009) *Grasses and grassland ecology*. New York: Oxford University Press, 305 s. ISBN 01-985-2919-8.
- Klimeš F (2004) *Lukařství a pastvinářství: biodiagnostika a speciální pratotechnika*. 1. vyd. České Budějovice: Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, 157 s. ISBN 80-7040-738-7.
- Kohoutek A. et al (2009) *Studium hlavních faktorů ovlivňujících stabilitu trvale udržitelného systému obhospodařování travních porostů v České republice*. Databáze online [cit. 2012-04-09]. Dostupné z: <http://www.mze-vyzkum-infobanka.cz/DownloadFile/54015.aspx>
- Kollárová M. et al (2007) *Zásady pro obhospodařování trvalých travních porostů*. České Budějovice: JU ZF České Budějovice, 142 s. ISBN: 80-7040-215-6



- Mrkvička J a Veselá M (1999) *Druhová diverzita a výnosy psárkového porostu (Alopecuretum) při různém hnojení*. Scientia Agric. Bohemica, s. 95 – 105.
- Skládanka J a Hrabě F (2008) *Vliv hnojení a intenzity využití na druhovou sladbu, diverzitu a kvalitu travního porostu*. Databáze online [cit. 2012-03-05]. Dostupné z: [http://www.agriculture.sk/fileadmin/files/2006/Issue%204/1\\_sklad.pdf](http://www.agriculture.sk/fileadmin/files/2006/Issue%204/1_sklad.pdf)
- Skládanka J (2007) *Travní porost jako krajínotvorný prvek*. Brno: MZLU v Brně, 60 s. ISBN 978-80-7375-045-9.
- Smith R.S *et al* (1996) The conservation management of mesotrophic (meadow) grassland in northern England. 1. Effects of grazing, cutting date and fertilizer on the vegetation of a traditionally managed Sward. *Grass and Forage Science*, roč. 51, s. 278-291.

## **Porovnanie proporčnej straty druhov rastlín poloprírodného a dočasného trávneho porastu ovplyvnených hnojením.**

### **A comparison of proportional losses of plant species in the semi-natural and the temporary grassland as influenced by fertiliser application**

Norbert Britaňák<sup>1</sup>, Iveta Ilavská<sup>1</sup>, Ľubomír Hanzes<sup>1</sup>

<sup>1</sup>CVRV – Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva (Grassland and Mountain Agriculture Research Institute), Regionálne výskumné pracovisko, ul. SNP 2, 058 01 Poprad, Slovakia brinor@isternet.sk

#### **Abstract**

Changes in botanical composition (species richness) of temporary and semi-natural grasslands under mineral fertiliser application (control; N<sub>0</sub>P<sub>30</sub>K<sub>60</sub>; N<sub>90</sub>P<sub>30</sub>K<sub>60</sub> and N<sub>180</sub>P<sub>30</sub>K<sub>60</sub>) were investigated in the Low Tatras mountainous region. A theoretical value for the maximum survival of plant species due to environmental changes (e.i., anthropogenic pressure) was never exceeded. Proportional loss of plant species was the highest at the beginning of the experiment. It later dropped. But the higher proportional loss was detected on temporary grassland than semi-natural one.

**Keywords:** semi-natural grassland, temporary grassland, fertilisation, plant species

#### **Úvod**

Trvalé trávne porasty sú spoločenstvom sub-klimaxovej vegetácie, ktorá vyžaduje periodické intervencie, ako napríklad kosenie a pasenie (Rook et al. 2004). Sekundárna vegetácia poloprírodných trávnych porastov v Slovenskej republike je podmienená antropogénnou činnosťou. Maloch (1952) detailnejšie rozviedol vznik trávnych porastov: „...mnohé lúčne a pasienkové porasty vznikli vplyvom biologických činiteľov: pôsobnosťou stád divého dobytku – zoobiotický faktor; alebo prirodzeným bojom podrastu tráv s porastom lesným a i. – fytobiotický faktor. V nemalej miere tu napomáha i človek – antropický faktor – prostredníctvom rúbania lesov, vysušania močiarov, hnojenia, prisievania, a zavlečenia iných rastlín, pravidelným zberom, organizovaním pasenia hospodárskych zvierat.“ Uvedeným spôsobom sa niekoľko storočí až tisícročí obohacovala flóra, ktorá podľa Ružičkovej a Kalivodu (2007) na Slovensku pozostáva z 2625 divorastúcich druhov. Autori ďalej uvádzajú, že z tohto množstva na lúkach a pasienkoch (mimo slatín a xerotermov a alpínskej vegetácie) rastie 756 druhov, t.j. 28,9%. Z flóry lúk a pasienkov Slovenska je 167 ohrozených druhov (22,1% z počtu rastlín, ktoré možno nájsť v slovenských trávnych porastoch). Turner et al. (2009) pre bióm, pozostávajúci z trvalých trávnych porastov, krovinatej vegetácie a oblastí z mediteránnou klímou, uvádzajú 17% ohrozených druhov, pritom tento bióm stráca až 57% svojej plochy konverziou na ornú pôdu. Navyše Rockström et al. (2009) kvantifikujú stratu biodiverzity všetkých biómov planéty na viac ako 100 taxónov pripadajúcich na jeden milión druhov, pričom v predindustriálnej dobe táto hodnota bola 0,1 – 1 taxón na milión ročne.

Diverzita môže stabilizovať ekosystémy (Tilman et al. 2006) funkčnou komplementaritou (Loreau 2010), ktorá tlmí vplyvy environmentálnej zmeny (Ives and Carpenter 2007). Salava a Chodová (2007) hovoria, že poľnohospodárstvo plní predovšetkým funkciu produkčnú, potom ekologickú a ďalej estetickú a sociálnu.

Cieľom príspevku je posúdiť koľko druhov vyšších rastlín sa stráca na prítomný druh v poraste, t.j. proporčná strata druhov, v dôsledku intenzifikačných zásahov akými sú použité priemyselné hnojivá a zaoranie a sejba ďatelinotrávnej miešanky.

## Materiál a metódy

Pokus bol založený v roku 1992 podľa metodiky Krajčovič (1991), v nadmorskej výške 960 m, kde sa časť trvalého trávneho porastu zaorala a následne osiala ďatelinotravnou miešankou pozostávajúcou z *Festuca arundinacea* × *Lolium multiflorum* (odroda Felina, výsevok  $12 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ), *Lolium perenne* (Metropol, 8), *Dactylis glomerata* (Rela, 4), *Trifolium pratense* (Sigord,3), *Trifolium repens* (Huia, 2). Táto miešanka predstavovala dočasný trávny porast (skratka TG v grafe a tabuľkách). Na pôvodný trávny porast (ďalej v grafe a tabuľkách uvádzaná skratka SNG), ktorý v roku 1992 pozostával z 32 druhov, asociácia *Festuco-Cynosuretum* Tüxen in Büker 1942, ako aj na dočasný trávny porast sa aplikovali priemyselné hnojivá v dávke N90 + PK a N180 + PK, ktoré sa porovnávali s P30K60 (číselné údaje za značkou chemického prvku predstavujú dávky v  $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) a nehnojeným variantom.

Relatívna proporčná miera straty druhov v spojitosti k nehnojeným kontrolám jednotlivých typov trávnych porastov sa vypočítala na základe vzťahu Clark and Tilman (2008):

$$1 - (S_{xi}/S_{0i})$$

kde  $S$  predstavuje počet druhov;  $x$  je variant s hnojením priemyselnými hnojivami (t.j. varianty 2, 3 a 4);  $S_0$  uvádza počet druhov na kontrolných variantoch;  $i$  sa vzťahuje na konkrétne hodnoty v jednotlivých sledovaných rokoch; 1 je faktor, ktorý pri nulovej hypotéze  $H_0 = 0$  predpokladá, že nejestvujú žiadne rozdiely v proporčnej strate druhov pri použití rôznych dávok priemyselných hnojív aplikovaných na trvalý alebo dočasný trávny porast.

Tilman and Lehman (2001) navrhli kritérium, či prah pre maximálne prežitie druhov v dôsledku antropogénnych tlakov, nasledovne:

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

kde  $n$  je počet environmentálnych podmienok, ktoré sa zmenili a kde faktoriál je pre nepárne číslo vypočítané na základe gama funkcie. Antropogénne tlaky tak predstavujú: použitie PK hnojív (1), použitie N hnojív (v prípade dávky N180 = 1, v prípade dávky N90 = 0,5), orba a sejba ďatelinotrávnej miešanky (1).

## Výsledky a diskusia

Maximálna miera prežitia druhov v dôsledku antropogénnych tlakov je zobrazená v grafe 1. Žiadna z priemerných hodnôt neprekročila kritickú hranicu maximálneho prežitia (Tilman and Lehman, 2001). Z uvedeného vyplýva, že rastlinné druhy, v oboch typoch trávnych porastov a v dôsledku intenzifikačných zásahov, ustupovali. Uvedené tvrdenie sa opiera o porovnanie medzi stavom v konkrétnom roku s východiskovým stavom nehnojenej kontroly trvalého trávneho porastu v roku 1992, t.j. pred spoločným hodnotením prezentovanom v tomto príspevku. I keď teoretické hodnoty boli na oboch typoch trávnych porastov nižšie, údaje zaznamenané na dočasnom trávnom poraste sú výrazne nižšie než na trvalom. Z uvedeného vyplýva, že orba má silný negatívny vplyv na druhovú diverzitu vaskulárnych rastlín.

Intenzifikovaním výživy trávnych porastov sa zvyšovala aj proporčná miera straty druhov pripadajúcich na jeden druh ( $r = 0,4968$ ,  $P = 0,0005$ ). Za celý experiment sa pri PK hnojení zistila strata na úrovni  $0,046 \pm 0,132$ , pri N90  $0,181 \pm 0,128$  a pri N180  $0,233 \pm 0,132$ .

S trvaním pokusu sa však proporčná strata nepreukazne znižovala ( $r = -0,1106$ ,  $P = 0,4$ ).

Uvedené nám tak naznačuje, že spoločenstvá sa stabilizujú a prispôsobujú sa antropogénnym tlakom. Možno to dokladovať aj tým, že priestorová distribúcia rastlinných druhov sa v trvalom trávnom poraste posunula z log-normálneho usporiadania (Magurran, 1988) do

geometrického. Pri dočasnom trávnom poraste si všetky úrovne hnojenia zachovávali geometrické usporiadanie. Magurran (1988) hovorí o tom, že geometrické usporiadanie je typické pre rastlinné spoločenstvá s vysoko konkurenčným prostredím, v ktorom je jedna výrazná dominanta a málo sprievodných a zriedkavých druhov. Aj Suding et al. (2005) poukazujú na posun nielen v dominancii, ale vo funkcii druhov pri strate druhov v dôsledku hnojenia, najmä dusíkom. Naopak pri log-normálnej distribúcii je veľa dominant a aj veľa sprievodných a zriedkavých druhov (Magurran, 1988).

Výsledky z opakovaných meraní ANOVA poukazujú na to, že aj porast ( $F_{1,54} = 5,98$ ,  $P = 0,0178$ ) a aj variant ( $F_{2,54} = 10,86$ ,  $P = 0,0001$ ) štatisticky preukazne ovplyvnili proporčnú stratu druhov. Ich vzájomná interakcia bola bez preukaznosti ( $P = 0,6$ ). Pritom proporčná strata bola vyššia v dočasnom než v trvalom trávnom poraste. Avšak takýmto spôsobom sa podporuje tvorba antropogénneho ekosystému, ktorý je chudobný na druhy a tým je náchyľnejší na kolaps (MacDougall et al., 2013).

## Záver

Porovnanie vypočítanej teoretickej hodnoty maximálneho priemerného prežitia rastlinných druhov v dôsledku environmentálnych zmien, t.j. antropogénnych zásahov, so skutočnosťou, v priemere desiatich rokov, poukázalo na to, že maximálne prežitie je na dočasnom trávnom poraste oveľa nižšie než v poloprirodnom. Orba tak pôsobí veľmi negatívne na druhovú diverzitu vyšších rastlín.

Intenzifikačné zásahy, akými sú aplikácia priemyselných hnojív a rozoranie trávneho porastu a následný osev d'atelinotravnou miešankou, spôsobujú stratu druhov. Ak je táto strata vzťahovaná na jeden druh, ako proporčná strata, nadobúda hodnota relatívny charakter. Proporčná strata druhov sa z časového hľadiska prejavila najmä na začiatku trvania experimentu. Neskôr klesala.

Intenzifikačné pratotechnické zásahy fungujú tu aj ako filter či bariéra pre prienik natívnych, menej produkčných druhov do porastu, pretože vytvárajú viac konkurenčné prostredie, ktoré je typické menším počtom nielen dominant ale aj sprievodných či zriedkavých druhov.

## Literatúra

- Clark M.C and Tilman D (2008) Loss of plant species after chronic low-level nitrogen deposition to prairie grassland. *Nature* 451 (7179): 712-715
- Ives A.R and Carpenter S.R (2007) Stability and diversity of ecosystems. *Science* 317 (5834): 58-62
- Krajčovič V (1991) Ekologicky šetrné hospodárenie v krajine na báze trávnych porastov. Návrh projektu Federálneho výboru pre životné prostredie k štátnemu programu starostlivosti o životné prostredie ČSFR, 16 s.
- Loreau M (2010) From populations to ecosystem: theoretical foundations for a new ecological synthesis. Princeton : Princeton University Press, 328 p. ISBN 978-0-691-12270-0
- Maloch M (1952) Krmovinnárstvo I. diel. Lúkarstvo a pasienkarstvo – základy náuky o pestovaní lúk a pasienkov. Bratislava : Oráč, 447 s.
- MacDougall A.S et al. (2013) Diversity loss with persistent human disturbance increases vulnerability to ecosystem collapse. *Nature* 494 (7435): 86-89
- Magurran A.E. (1988) Ecological diversity and its measurement. Princeton : Princeton University Press, 179 p. ISBN 0-691-08491-2
- Rockström J et al. (2009) A safe operating space for humanity. *Nature* 461 (7263): 472-475
- Rook A.J et al. (2004) Matching type of livestock to desired biodiversity outcomes in pastures – a review. *Biological Conservation* 119 (2): 137-150
- Ružičková H a Kalivoda H (2007) Kvetnaté lúky – prírodné bohatstvo Slovenska. Bratislava : Veda, 133 s., ISBN 978-80-224-0953-7

Salava J a Chodová D (2007) Plevelle pomáhajú udržovať biodiverzitu v agroekosystému. *Úroda* 55 (5): 68-71

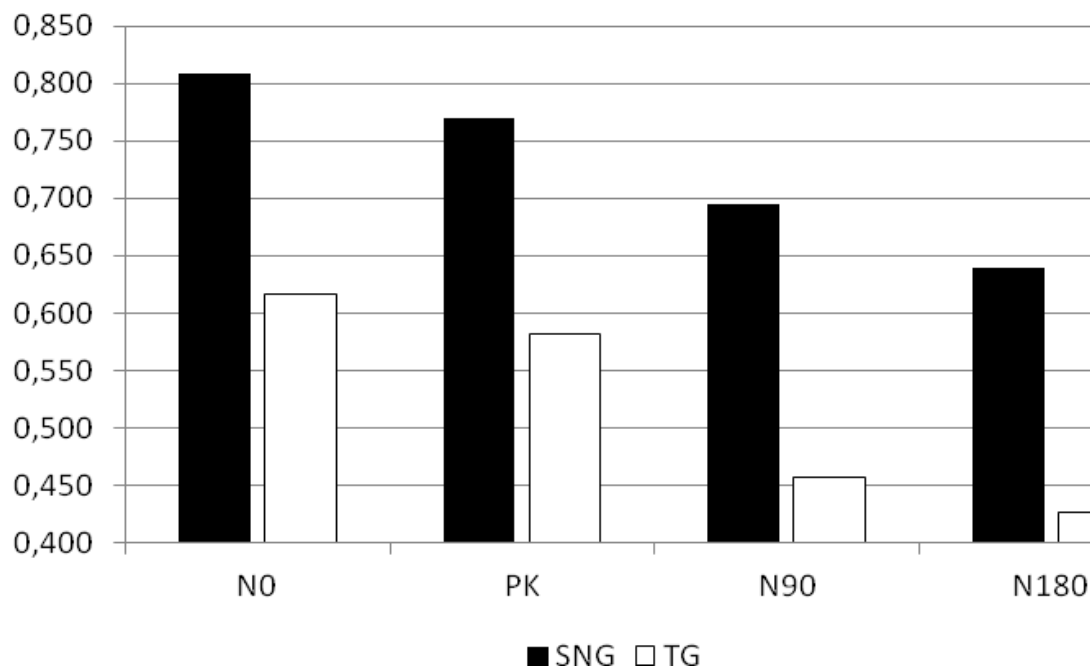
Suding K.N et al. (2005) Functional- and abundance-based mechanisms explain diversity loss due to N fertilization. *PNAS* 102 (12): 4387-4392

Tilman D and Lehman C.L. (2001) Human-caused environmental change: impacts on plant diversity and evolution. *PNAS* 98 (10): 5433-5440

Tilman D et al. (2006) Biodiversity and ecosystem stability in a decade long grassland experiment. *Nature* 441 (7093): 629-632

Turner W.R et al. (2009) A force to fight global warming. *Nature* 462 (7271): 278-279

**Graf 1.** Priemerná miera prežitia druhov v trávnych porastoch v dôsledku antropogénnych tlakov.



**Figure 1** An average species surviving rates as a result of anthropogenic pressures performed on grasslands.

Poznámky: Za typom trávneho porastu na danej úrovni výživy nasleduje počet antropogénnych tlakov a v zátvorke sú kritické hodnoty pre daný tlak: SNG N0 = 0 (1), SNG PK = 1(1), SNG N90 = 1,5 (0,908), SNG N180 = 2 (0,785). TG N0 = 1(1), TG PK = 2 (0,785), TG N90 = 2,5 (0,653), TG N180 = 3 (0,524)

Notes: There are types of grassland at mineral nutrition follows number of anthropogenic pressures. In the parenthesis are given critical values: SNG N0 = 0 (1), SNG PK = 1(1), SNG N90 = 1.5 (0.908), SNG N180 = 2 (0.785). TG N0 = 1(1), TG PK = 2 (0.785), TG N90 = 2.5 (0.653), TG N180 = 3 (0.524)

**Tabuľka 1.** Počet rastlinných druhov a proporčná strata rastlinných druhov poloprirodného trávneho porastu ovplyvneného hnojením.

**Table 1** Number of plant species per treatment and proportional loss of plant species of semi-natural grassland influenced by fertilization.

Year	SNG1		Loss	SNG3		SNG4		Average
	S	S		S	Loss	S	Loss	
1993	26	21	0.192	27	-0.038	27	-0.038	<b>0.038</b>
1994	31	29	0.065	27	0.129	24	0.226	<b>0.140</b>
1995	29	29	0.000	24	0.172	26	0.103	<b>0.092</b>
1996	32	30	0.063	27	0.156	25	0.219	<b>0.146</b>
1997	19	19	0.000	13	0.316	11	0.421	<b>0.246</b>
1998	25	24	0.040	20	0.200	19	0.240	<b>0.160</b>
1999	19	22	-0.158	19	0.000	16	0.158	<b>0.000</b>
2000	26	23	0.115	21	0.192	16	0.385	<b>0.231</b>
2001	23	23	0.000	20	0.130	22	0.043	<b>0.058</b>
2002	29	30	-0.033	28	0.034	28	0.034	<b>0.036</b>
Sum			0.284		1.291		1.791	
Average			<b>0.028</b>		<b>0.129</b>		<b>0.179</b>	

**Tabuľka 2.** Počet rastlinných druhov a proporčná strata rastlinných druhov dočasného trávneho porastu ovplyvneného hnojením.

**Table 2** Number of plant species per treatment and proportional loss of plant species of temporary grassland influenced by fertilization.

Year	TG1		Loss	TG3		TG4		Average
	S	S		S	Loss	S	Loss	
1993	23	17	0.261	19	0.174	17	0.261	<b>0.232</b>
1994	23	20	0.130	15	0.348	12	0.478	<b>0.319</b>
1995	17	20	-0.176	14	0.176	15	0.118	<b>0.039</b>
1996	17	13	0.235	15	0.118	11	0.353	<b>0.235</b>
1997	15	13	0.133	8	0.467	9	0.400	<b>0.390</b>
1998	22	22	0.000	17	0.227	16	0.273	<b>0.167</b>
1999	19	23	-0.211	16	0.158	14	0.263	<b>0.070</b>
2000	22	21	0.045	13	0.409	15	0.318	<b>0.258</b>
2001	18	18	0.000	17	0.056	17	0.056	<b>0.037</b>
2002	31	24	0.226	25	0.194	20	0.355	<b>0.258</b>
Sum			0.643		2,327		2,875	
Average			<b>0.064</b>		<b>0.233</b>		<b>0.288</b>	

## Zmeny floristického zloženia pri rozdielnej exploatacii trávneho porastu

### Changes of botanical composition at the different exploitation of grassland

Zuzana Kováčiková<sup>1</sup>, Vladimíra Vargová<sup>1</sup>, Milan Michalec<sup>1</sup>

<sup>1</sup>CVRV - Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva (Grassland and Mountain Agriculture Research Institute), Mládežnícka 36, 974 21 Banská Bystrica, Slovakia, kovacicova@vutphp.sk

#### Abstract

The aim of this study was comparison of the changes in the botanical composition of different utilization of unfertilized grassland in the course of the vegetation season between 2006 and 2009. Four trial treatments were as follows: Treatment 1 - high intensity of utilisation - 4 cuts; Treatment 2 - medium intensity of utilisation - 3 cuts; Treatment 3 - low intensity of utilisation - 2 cuts; Treatment 4 - extensive utilisation - 1 cut. Higher cutting frequency promoted the growth of legumes, as compared to grass species. The percentage proportion of herbs was high and it changed as a result of different cutting frequencies. The highest cutting frequency produced the highest values of both qualitative ( $IS_J = 79.31\%$ ) and quantitative ( $IS_{J/G} = 92.60\%$ ) similarity, respectively.

**Keywords:** grasslands, cutting frequency, botanical composition, values of similarity indices

#### Úvod

Štúdium druhového zloženia pri rozdielnych spôsoboch obhospodarovania je významným predpokladom údržby a rozvoja trvalých trávnych porastov. Dôležitou úlohou je hľadať optimálny spôsob obhospodarovania s ohľadom na produkčnú a ekologickú únosnosť TTP spolu s kvalitou krmu (Mičová *et al.*, 2006). Floristické zloženie trávnych porastov je výsledkom pôsobenia interakcií všetkých ekologických faktorov celého ekosystému a podmienok využívania. Každá zmena stanovištných podmienok vyvoláva diferencie v druhovom zložení, v zastúpení floristických skupín a v úrodnosti TTP. Floristické zloženie trávnych porastov nie je v priebehu rokov stabilné, mení sa v závislosti od ekologických faktorov, z nich možno čiastočne ovplyvňovať živinový a vodný režim stanovišťa alebo pôdnu reakciu (Mrkvička *et al.*, 2002). Jeangros *et al.* (1994) a Nösberger *et al.* (1996) uvádzajú, že zmeny v druhovom zložení trávneho porastu súvisia s načasovaním prvého využitia a frekvenciou kosenie alebo pasenia. Bakker (1989), Ryser *et al.* (1995) a Bassignana *et al.* (2002) poukazujú na pozitívny vplyv frekvencie obhospodarovania na biodiverzitu nehnojených trávnych porastov. Pri zníženej intenzite využívania lúčnych spoločenstiev dochádza k ich degradácii, ktorá sa prejavuje poklesom indexu druhovej diverzity a následne zmenou v pokryvnosti rastlín (Mrkvička *et al.*, 2002).

#### Materiál a metódy

Pokusné stanovište sa nachádzalo v oblasti Kremnických a Starohorských vrchov, v okrese Banská Bystrica, lokalita Radvaň – Suchý Vrch, v nadmorskej výške 460 m. Fytocenologicky bol trávny porast charakterizovaný ako asociácia *Trifolio–Festucetum rubrae* Blažková 1951. Pokus bol založený blokovou metódou v štyroch opakovaniach s veľkosťou pokusnej parcely

15 m<sup>2</sup>. Využívanie porastu bolo nasledovné: variant 1 - intenzívne - 4 x kosený porast (1. kosba do 15.5.; ďalšia po 45 dňoch); variant 2 - stredne intenzívne – 3 x kosený porast (1. kosba od 16.5. do 31.5.; ostatné 2 kosby po 60 dňoch); variant 3 - málo intenzívne – 2 x kosený porast (1. kosba od 1.6. do 15.6.; druhá kosba po 90. dňoch); variant 4 - extenzívne – 1 x kosený porast (druhá kosba podľa potreby). Zmeny vo floristickom zložení boli hodnotené pred každou kosbou metódou redukovanej projektívnej dominancie podľa Malocha (1953). Pre výpočet similarity floristického zloženia porastu bol použitý Jaccardov index kvalitatívnej podobnosti  $IS_J$  a Gleasonov index kvantitatívnej podobnosti  $IS_{J/G}$ .

*Jaccardov index kvalitatívnej podobnosti* (Moravec *et al.*, 1994) podľa vzťahu:  $IS_J = (C / A + B - C) * 100$ ; kde: **A** - počet druhov v snímku A, **B** - počet druhov v snímku B, **C** – počet spoločných druhov.

*Gleasonov index kvantitatívnej podobnosti* (Moravec *et al.*, 1994) podľa vzťahu:  $IS_{J/G} = (\sum c_i / \sum a_i + \sum b_i + \sum c_i) * 100$ ; kde: **a<sub>i</sub>** – pokryvnosť druhov prítomných iba v snímku A, **b<sub>i</sub>** - pokryvnosť druhov prítomných iba v snímku B, **c<sub>i</sub>** – pokryvnosť spoločných druhov.

## Výsledky a diskusia

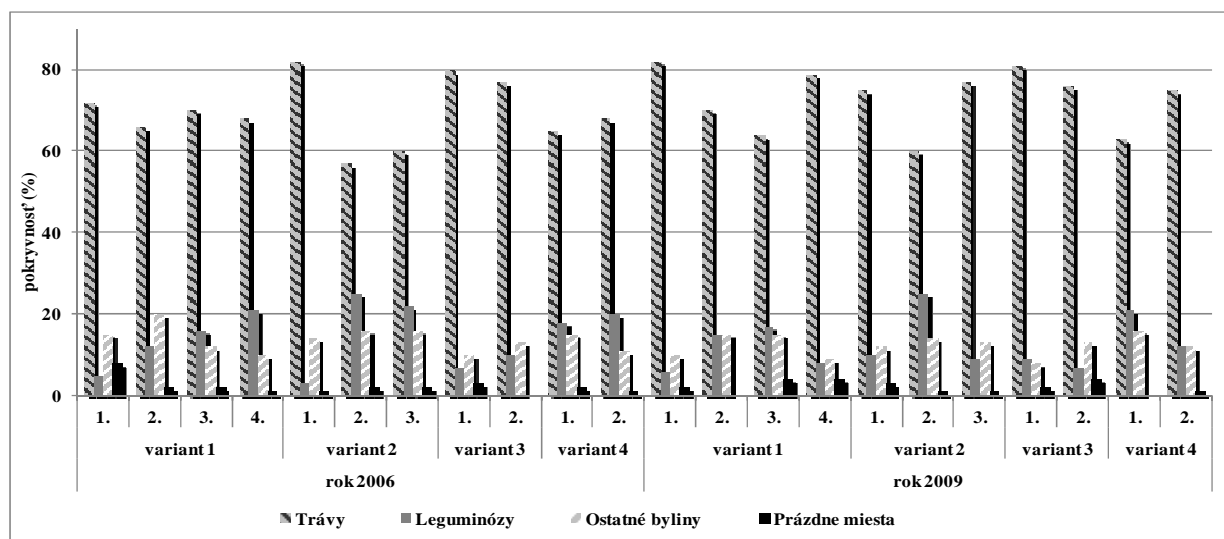
Vplyv rozdielnych poveternostných podmienok a následne vplyv rôzneho využívania, počtu kosieb sa prejavil na zmene floristického zloženia porastu (Kohoutek, 2005; Baumont *et al.*, 2011). Na variante 1 sa znížila pokryvnosť trávnych druhov zo 72 % (1. kosba) na 68 % (4. kosba). Vplyvom vyššej intenzity využívania porastu sa zvýšilo zastúpenie druhov vo floristickej skupine leguminóz. Ich podiel sa zvýšil až na 21 % (v 4. kosbe) na úkor tráv, ostatných bylín aj prázdnych miest. To súhlasí s výsledkami Svozilovej *et al.* (2005) a Mičovej *et al.* (2006), v ktorých poukazujú na zvyšovanie zastúpenia leguminóz v porastoch s najvyššou intenzitou využívania. Pokryvnosť ostatných bylín poklesla ku koncu vegetácie. Najvyššie zastúpenie sme zaznamenali v druhej kosbe (20 %). Zmeny vegetácie vplyvom rôzneho využívania boli pozorované aj na variante stredne intenzívne využívanom. V druhej kosbe došlo k značnému poklesu tráv (57 %). Znížením trávnej zložky sa výrazne zvýšila pokryvnosť leguminóz, až o 22 % (3. kosba) oproti 1. kosbe (3 %). Percentuálne zastúpenie ostatných bylín sa nemenilo, kolísalo v rozsahu 14 až 16 %. Pokryvnosť trávnych druhov na variante 3 bola najvyššia pri porovnaní s ostatnými využitiami. Potvrdili sa výsledky Kašparovej *et al.* (2007) o presadzovaní tendencie vyššieho podielu tráv pri dvojkosných variantoch. Najnižšie zastúpenie sme zaznamenali pri floristickej skupine leguminóz a ostatných bylín. Ich percentuálny podiel (7 a 10 %) bol najnižší v porovnaní s viackosnými variantmi. Zvýšený podiel tráv redukuje podiel leguminóz a ostatných bylín. K rovnakým záverom dospeli aj Odstrčilová *et al.* (2012). Na extenzívnom variante boli zaznamenané menej výrazné zmeny v pokryvnosti jednotlivých floristických skupín oproti intenzívnejším spôsobom obhospodarovania. Počas kosieb mali všetky floristické skupiny vyrovnané zastúpenie. Trávne druhy dosiahli 65 až 68 % pokryvnosť a podiel leguminóz predstavoval 18 až 20 %. Na intenzívnom štvorkosnom variante, v porovnaní s rokom 2006, sa zastúpenie tráv po štvorročnom využívaní porastu, zvýšilo (okrem 3. kosby). Na dvojkosných variantoch floristická skupina tráv menila svoju pokryvnosť nepatrne. Na variante 1 sa podiel leguminóz najprv zvýšil vplyvom využívania v 3. kosbe (nárast predstavoval 11 %) oproti 1. kosbe (6 %), následne sa v 4. kosbe znížil podiel o 9 % oproti 3. kosbe. Výrazné zníženie bolo na trojkosnom variante v 3. kosbe (9 %) oproti 2. kosbe (25 %). Zníženie pokryvnosti nastalo aj na dvojkosných variantoch. V prvom roku využívania porastu (rok 2006) pri deficite zrážok (376 mm) mali leguminózy nízku pokryvnosť. Tá istá tendencia nastala aj v roku 2009, pričom úhrn zrážok bol najnižší počas 4 rokov (328 mm). Vařeková *et al.* (2007) na základe výsledkov z pokusov v Rapotíne konštatuje, že leguminózam sa všeobecne darí na variantoch s vyššou frekvenciou kosenia, aj keď menej vytrvalé druhy leguminóz po štvorročnom



využívaní postupne z porastu ustupujú. Podiel bylín bol na variantoch vyrovnaný, na málo intenzívnom variante stúpla prezencia ostatných bylín o 5 % v priebehu vegetácie a pri extenzívnom variante poklesla zo 16 % na 12 %. Najvyrovnanejšie zastúpenie mala skupina ostatných lúčnych bylín na stredne intenzívnom variante (graf 1).

**Graf 1.** Zmeny vo floristickom zložení porastu v roku 2006 a 2009

**Figure 1** Changes in botanical composition of grassland in the year 2006 and 2009



Pokryvnosť jednotlivých trávnych druhov prítomných v poraste sa v priebehu rokov značne menila. V prvom sledovanom roku prevládajúcimi druhmi boli *Festuca arundinacea* Schreb. a *Festuca rubra* L.

*Festuca arundinacea* Schreb. mala v prvej kosbe až 25 % pokryvnosť na prvom variante a 22 % na variante 2. Na variante 4 nebola ich pokryvnosť tak výrazne vysoká ako pri ostatných variantoch. V ďalších rokoch sa ich zastúpenie vplyvom využívania mierne znižovalo, najmä na stredne intenzívnom variante. Z ďalších tráv dominovali *Trisetum flavescens* (L.) P.

Beauv. a *Poa pratensis* L. Tieto trávne druhy mali vysoké zastúpenie najmä v poslednom roku využívania. V poraste bola prítomná aj *Dactylis glomerata* L. (1 – 9 %), jej pokryvnosť sa v ďalších rokoch postupne znižovala. Naopak zvýšila sa pokryvnosť *Bromus erectus* Huds.

Vplyvom frekvencie kosenia sa postupne zvýšila aj pokryvnosť *Lolium perenne* L. a *Festuca pratensis* Huds. Z floristickej skupiny leguminóz boli v poraste prítomné predovšetkým *Trifolium repens* L. Pokryvnosť druhov sa vplyvom využívania výrazne nemenila a v poraste si udržali dominantné postavenie. Na variante 3 v porovnaní s ostatnými variantmi mali leguminózy výrazne nižšiu pokryvnosť. Ďalším druhom prítomným v poraste bola *Vicia tenuifolia* Roth. Z ostatných bylín sa v poraste prejavili najmä *Achillea millefolium* L., *Taraxacum officinale* auct. non. Web. a *Plantago lanceolata* L., ktoré sa pravidelne vyskytovali na všetkých variantoch. *Taraxacum officinale*. dominovala v prvom roku využívania. Pri *Galium verum* L., *Tragopogon orientalis* L. a *Silene inflata* Sm. sme na daných variantoch zaznamenali zvýšenie pokryvnosti až v posledných dvoch rokoch.

Pre získanie podrobnejšieho vyhodnotenia o podobnosti floristického zloženia v trávnom poraste sme využili Jaccardov index kvalitatívnej podobnosti  $IS_J$  a Gleasonov index kvantitatívnej podobnosti  $IS_{J/G}$ . Indexy vychádzajú z početnosti a pokryvnosti druhov pri diferencovanom spôsobe využívania v prvom a v poslednom roku sledovania v termíne prvej kosby (tab. 1 a 2). V prvom roku využívania sa najvyššia hodnota indexu kvalitatívnej podobnosti (61,29 %) dosiahla na variante 2 v porovnaní s variantom extenzívnym, s počtom

spoločných druhov 19. Najnižšiu similaritu (v rozpätí 34,37 – 42,85 %) preukazoval variant 1. Nízka hodnota  $IS_J$  bola zaznamenaná aj pri porovnaní variantu 2 s málo intenzívne využívaným (54,38 %). Na všetkých sledovaných variantoch v termíne 1. kosby roku 2009 sa zvýšila hodnota kvantitatívnej podobnosti. Zvyšovaním hodnoty indexu  $IS_J$  sa zvyšovala aj druhová pestrosť porastov oproti roku 2006. Najvýraznejšie zvýšenie počtu spoločných druhov sme pozorovali pri dvojkosných variantoch (nárast o 12 druhov) v porovnaní s variantom 1. Najvyššia hodnota kvalitatívnej similarity (79,31%) sa dosiahla na variante 1. Rovnaká hodnota podobnosti 73,33 % sa zaznamenala pri porovnaní variantu 1 s variantom 2, ako aj podobnosť stredne intenzívneho s extenzívnym. V poslednom sledovanom roku sa jednotlivé varianty z hľadiska kvalitatívnej podobnosti ( $IS_J$ ) podobali na 73,33 až 79,31 %.

**Tabuľka 1.** Jaccardov index kvalitatívnej podobnosti (1. kosba - rok 2006 a rok 2009)  
**Table 1** Qualitative similarity index to according Jaccard (1<sup>st</sup> cut - year 2006 and 2009)

	Variant <sup>1</sup>	Spoločné druhy <sup>2</sup>							
		2006				2009			
		1	2	3	4	1	2	3	4
$IS_J$	1	O	12	11	11	O	22	23	23
	2	42,85	O	17	19	73,33	O	20	22
	3	37,93	54,83	O	18	76,67	70,00	O	23
	4	34,37	61,29	56,25	O	79,31	73,33	75,86	O
Počet druhov <sup>3</sup>		16	24	24	27	27	25	26	25

<sup>1</sup>treatment, <sup>2</sup>common species, <sup>3</sup> number of species

Na základe kvantitatívnej podobnosti sme zaznamenali vyššie hodnoty ako pri kvalitatívnej podobnosti. V 2006 najmenej kvantitatívne podobný (73,30 %) bol intenzívne využívaný variant v porovnaní s variantom 2. Najvyššia kvantitatívna similarita ( $IS_{J/G} = 92,60$  %) bola zaznamenaná na variante 1 v porovnaní s dvojkosným variantom. Stredne intenzívne využívaný variant mal hodnoty  $IS_{J/G}$  na úrovni 87,01 % a 88,07 %. Podobnosť trávnych porastov v poslednom roku sledovania (2009) sa pohybovala v rozpätí 84,85 % (variant 2) do 98,45 % (variant 1). Najvýraznejšie sa zvýšila hodnota kvantitatívnej podobnosti na intenzívne využívanom variante z 73,30 % na 98,45 %. Zvýšenie hodnôt  $IS_{J/G}$  sme zaznamenali aj pri ostatných sledovaných variantoch. Výnimku predstavuje variant stredne intenzívny v porovnaní s extenzívnym, pokles indexu  $IS_{J/G}$  z 87,01 % na 84,85 %. Ku kvantitatívne najviac podobným (94,39 – 98,45 %) patril variant intenzívne využívaný.

**Tabuľka 2.** Gleasonov index kvantitatívnej podobnosti (1. kosba - rok 2006 a 2009)  
**Table 2** Quantitative similarity index to according Gleason (1<sup>st</sup> cut - year 2006 and 2009)

	Variant <sup>1</sup>	2006				2009			
		1	2	3	4	1	2	3	4
$IS_{J/G}$	1	O				O			
	2	73,30	O			98,45	O		
	3	92,60	88,07	O		96,91	95,41	O	
	4	85,26	87,01	91,28	O	94,39	84,85	94,44	O
Pokryvnosť celkom <sup>2</sup>		92,00	99,00	97,00	98,00	98,00	97,00	98,00	100,00

<sup>1</sup>treatment, <sup>2</sup> total cover

## Záver

Zaznamenali sme rozdiely v plošnej pokryvnosti v jednotlivých floristických skupinách. V prvom sledovanom roku prevládajúcimi druhmi boli *Festuca arundinacea* Schreb. a *Festuca rubra* L., dominovali aj *Trisetum flavescens* (L.) P. Beauv. a *Poa pratensis* L.

Zvýšila sa pokrývnosť *Bromus erectus* Huds. a *Lolium perenne* L. a znížilo zastúpenie *Dactylis glomerata* L. Vplyvom vyššej intenzity využívania porastu sa zvýšilo zastúpenie druhov zo skupiny leguminóz (*Trifolium repens* L. a *Medicago falcata* L.) V priebehu vegetácie ostatné lúčne byliny menili svoju pokrývnosť minimálne. Vplyvom zvyšujúcej sa intenzity využívania svoj podiel mierne zvyšovali. V poraste sa prejavili najmä *Achillea millefolium* L., *Taraxacum officinale* auct. non Web. a *Plantago lanceolata* L. Najvyššia frekvencia zásahov vykonávaných na variante podporovala najvyššie hodnoty kvalitatívnej aj kvantitatívnej dominancie, poukazujúc tak na to, že obohacovanie, resp. ochudobňovanie trávneho porastu asociácie *Trifolio–Festucetum rubrae* sa uskutočňuje na úrovni náhodných druhov, než na úrovni druhov stálych.

## Pod'akovanie

„Úloha bola viazaná na výskumnú úlohu CVRV Piešťany - VÚTPHP Banská Bystrica riešená v rokoch 2006 až 2009: „Riešenie konkurencieschopnosti a ekologizácie rastlinnej výroby v regiónoch Slovenska systémami hospodárenia na poľnohospodárskej pôde a inováciou prvkov pestovateľských technológií“ s číslom projektu UO 27/091 05 01/091 05 10.

## Literatúra

- Bakker J. P (1989) Nature Management by Grazing and Cutting. In Geobotany Kluwer Academic Publisher. 14: 173-184.
- Bassignana M *et al* (2002) Specific biodiversity in alpine meadows at different degree of utilisation intensity. In Grassland Science in Europe. 7: 1010-1011.
- Baumont R *et al* (2011) An analysis of botanical and functional diversity of mountain grasslands in relation to herbivore production systems. In Contribution of mountain pastures to agriculture and environment. Krakow. 25-27.5.2011: 41- 44. ISBN 978-83-62416-16-5
- Jeanros B (1994) Plantes herbacées dicotylédones : une contribution à la biodiversité des prairies permanentes. In Revue Suisse d'Agriculture. 26 (3): 151-154 et 163 -166.
- Kašparová J *et al* (2007) Intenzita využívání a druhová skladba travních porostů. In Súčasnosc' a perspektívy krmovinárskeho výskumu a vzdelávania v multifunkčnom využívaní krajiny. Nitra. 20.9.2007: 55-58. ISBN 978-80-8069-929-1
- Kohoutek A (2005) Effects of fertilizer level and cutting frequency on yield and forage quality of grasslands. In Integrating Efficient Grassland Farming and Biodiversity. Tartu. 29-31.8. 2005: 332-335. ISBN 9985-9611-3-7
- Maloch M (1953) Krmovinnárstvo. Bratislava. pp. 616.
- Mičová P *et al* (2006) Botanické zmeny v porostu ve vztahu k různému způsobu obhospodařování. In Výzkum v chovu skotu. 2: 34-38.
- Moravec J *et al* (1994) Fytocenologie (nauka o vegetaci). Praha. pp. 403. ISBN 80-200-0128-X
- Mrkvička J *et al* (2002) Influence of fertilization rates on species composition, quality and yields of the meadow fodder. In Rostlinná výroba. 48 (11): 494-498.
- Nösberger J *et al* (1996) Increasing biodiversity through management. In Grassland and Land use systems. Italy. 15-16. 9.1996: 949 – 956. ISBN 88-86550-24-3
- Odstrčilová V *et al* (2012) Vliv obhospodařování trvalých travních porostů na diverzitu rostlinných druhů v období 2003-2011 na mezotrofním stanovišti. In Trval udržitelné systémy obhospodařování travních porostů v České republice a jejich perspektiva. Rapotín. 8.11.2012: 88-98. ISBN 978-80-7427-116-8
- Ryser P *et al* (1995) Species richness and vegetation structure in a limestone grassland after 15 years management with six biomass removal regimes. In Folia Geobotanica. 30 (2): 157-167.
- Svozilová M *et al* (2005) Vliv obhospodařování luk na botanické složení trvalých travních porostů. In Kvalita píče z travního porostu. Praha. 9.11.2005: 139 - 143. ISBN 80-86555-75-5
- Vařeková P *et al* (2007) Vliv intenzity pastvy na změny v druhovém složení porostu. In Súčasnosc' a perspektívy krmovinárskeho výskumu a vzdelávania v multifunkčnom využívaní krajiny. Nitra. 20.9.2007: 62-64. ISBN 978-80-8069-929-1

## Sward-height patches under intensive and extensive grazing management in an upland grassland in Jizera Mountains

Vendula Ludvíková<sup>1</sup>, Vilém Pavlů<sup>1,2</sup>, Lenka Pavlů<sup>1,2</sup>, Jan Gaisler<sup>2</sup>, Michal Hejcman<sup>1,2</sup>, Šimon Supek<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Ecology, Faculty of Environmental Sciences, University of Life Sciences Prague, Kamýcká 129, 165 21 Prague, Czech Republic

<sup>2</sup>Department of Plant Ecology and Weed Science, Grassland Research Station, Research Institute of Crop Production Prague, Rolnická 6, CZ-460 11, Liberec, Czech Republic  
pavlů@vurv.cz

### Abstract

The patchiness is one of the important features of grazed temperate grasslands, but only a little is known about the structure of sward height patches under different grazing intensity. Therefore the present study examines the effect of continuous intensive and extensive stocking of heifers on the proportions of sward-height patch categories (short <5cm, moderate 5.5-10 cm, tall >10.5 cm) and their plant species composition. A four-year study was performed on species-rich grassland maintained under a long-term grazing experiment in the Jizera Mountains (Jizerské hory), Czech Republic. The main difference between intensive and extensive grazing management of species-rich grassland was seen in the proportions of short and tall sward-height patches, while the proportion of moderate-height patches was similar under both stocking densities. Floristic composition of patches within the same sward height depended upon stocking density. Moderate and tall patches under a given stocking density had similar botanical composition. Vegetation of short patches differed considerably from that of other patches under extensive grazing, whereas under intensive grazing the differences between short, moderate and tall sward-height patches were small. The grazing intensity is the key driver for the proportion as well as for floristic composition of sward-height patches.

**Keywords:** heifers grazing, floristic composition, pasture, patch category, RDA, vegetation

### Introduction

Grazing by large herbivores is the most common use of grassland worldwide. In contrast to cutting, grazed grasslands are influenced by several factors including trampling, *in situ* nutrient addition by urine and faeces, seeds dispersal, and selective defoliation by animals (Rook et al. 2004). Therefore, grazing management usually leads to enhanced structural heterogeneity of the sward canopy and the specific effects of grazing depend on the type of grazing animal, grazing pressure, and the timing and duration of stocking (Ausden 2007). Because herbivores graze selectively between species and between plant parts within the species (Rook & Tallowin 2003), they create a heterogeneous sward structure with a mosaic of different heights (Bakker et al. 1984). Generally, sward height is recognized as an important predictor of plants response to defoliation intensity (e.g. Diaz et al. 2001; Pavlů et al. 2003).

Floristic composition and heterogeneity of the vegetation in temperate grasslands are usually related to grazing intensity together with animals' preferences (Pettit et al. 1995) and result is a patchy structure of swards. Short patches are preferentially grazed by cattle due to their higher quality of biomass in comparison with patches of taller herbage that are either ungrazed or rarely grazed, and the selection for short patches increases through the course of

the grazing season (Correll et al. 2003; Rossignol et al. 2011). The patchy structure thereby becomes reinforced (Pavlů et al. 2006b) and can remain stable for months (Cid & Brizuela 1998). Under extensive grazing management, the patches neglected by herbivores predominate as the available forage supply is higher than herbivores' demand (Dumont et al. 1995; Pavlů et al. 2006a). These non-grazed patches can increase total species diversity while at the same time providing niches for generative reproduction of species less tolerant to grazing (Correll et al. 2003). The immediate effect of grazing on the heterogeneity of vegetation depends on the interaction between the pre-existing spatial pattern of vegetation and the spatial pattern of grazing. If the spatial heterogeneity of grazing is stronger than the spatial heterogeneity of vegetation, then the spatial heterogeneity of vegetation will increase following grazing and "patch grazing" will thus be formed (Adler et al. 2001). The structure of patchiness plays a very important role in vegetation studies, and especially under experiments concerning different grazing managements. The majority of studies dealing with the effects of grazing on floristic composition are organized at the plot scale (e.g. Marriott et al. 2002; Pavlů et al. 2006a; Mládek et al. 2010), and these results are dependent upon the size and homogeneity of the research plot. However there usually are no references to the structure of patchiness, even though it is one of the most important indicators of pastures (Bakker et al. 1984). Detailed vegetation studies focusing directly on sward-height patches are rare (see Willms et al. 1988; Dumont et al. 2007; Sahin Demirbag et al. 2009; Rossignol et al. 2011). To date, there have been no studies concerning the relationship between stocking intensity and the height structure of sward patches in detail. We hypothesized that a given sward-height patch category is grazed at the same intensity regardless of stocking density and therefore will display the same floristic composition between stocking density treatments. The objective of the paper is to evaluate the effect of different intensity of cattle grazing on the spatial heterogeneity and the diversity of plant species of the grazed vegetation. The particular aims are to determine the plant species diversity under different grazing patches and to investigate the dynamics of sward structure during the grazing season.

## **Material and methods**

The experimental site is located on the long-term Oldřichov Grazing Experiment (OGE), established on formerly abandoned grassland in 1998 (Pavlů et al. 2007). The average total annual precipitation in the region is 803 mm and the mean annual temperature is 7.2°C. The altitude of the study site is 420 m above sea level. The experimental site is a part of the experimental plots (0.35 ha) established in 1998. The plots were arranged as a two completely randomized blocks. The pasture was continuously stocked with heifers. Following treatments were studied: extensive (EG) and intensive (IG). See Pavlů et al. (2006a) for a detailed description of the experimental design.

The abundance data of vascular plants and sward height were collected from both treatments from permanent transects (2 transects of 40 m per each plot). Measurements were performed at fixed points along a line transect. The abundance of plant species was estimated in 100 cm<sup>2</sup> circles. To measure a sward height was used the method of Compressed sward height (CSHM) recorded by Rising plate meter (Correll et al. 2003) in the same circles. According to the sward height different patch categories were identified: a) short patches (SH), height from 0 to 5 cm; b) moderate patches (MO), height from 5.5 to 10 cm; c) tall patches (TA), height > 10.5 cm. The data from transects were collected in 2003, 2004, 2006 and 2007 two times in each year during both the summer (S) and autumn (A) grazing seasons. There were 2560 botanical records in total. Species nomenclature is according to Kubát et al. (2002).



**Table 1** Results of the redundancy analyses. % expl. = explained by axis 1 (all ordination axes), a measure of the explanatory power of the explanatory variables; *F*-ratio = *F*-statistics for the test of a particular analysis; *P*-value = corresponding probability value obtained by the Monte Carlo permutation test.

Analysis	Explanatory variable	Covariables	% expl.	<i>F</i> -ratio	<i>P</i> -value
A1: Stocking density has no effect on plant species composition.	stocking density	blocks	4.3	122.1	0.001
A2: Patch categories have no effect on plant species composition.	patch categories	blocks	1.8 (1.9)	49.2 (26.6)	0.001 (0.001)
A3: The interaction of stocking density and patch categories has no effect on plant species composition.	patch categories * stocking density	blocks	10.5 (11.4)	318.7 (70.4)	0.001 (0.001)

The differences in the proportions of sward-patch categories were affected by the contrasting stocking densities applied, although both treatments generated similar level of heterogeneity in sward structure. Under both stocking densities there was similar proportion of MO sward-height patches and they differed by the proportion of SH and TA sward-height patches. Sward micro-patterns occur especially on extensively grazed pastures (Berg et al. 1997) with high sward-height variability. This variability, recorded in previous studies from OGE (e.g. Correll et al. 2003; Pavlů et al. 2006b) is typical not only for European grasslands but also for Argentine pastures (Cid & Brizuela 1998; Cid et al. 2008). Short patches dominated under IG within all study seasons, the tall patches were represented only sporadically there, the reverse being observed under EG. This shows that in the case of continuous intensive grazing the forage availability does not significantly exceed demand, cattle graze less selectively and therefore the percentage of short patches increases.

During the course of the vegetation season the proportion of short patches successively increased under both stocking densities through to the end of the grazing season, which is similar to the findings of Dumont et al. (2007). It is known from previous studies (e.g. Gibb & Ridout 1988) that at the end of the vegetation season cattle still continue to feed on previously grazed areas, as occurred under both of our stocking densities. This supports the creation and stability of a mosaic sward structure (Adler et al. 2001).

In accordance with previous studies, the short grass *A. capillaris* is usually promoted by grazing in low-productivity grasslands (e.g. Louault et al. 2005; Pavlů et al. 2007) and, especially under IG, it became the dominant sward species of short and moderate patches as occurred in OGE. Several prostrate or short species (*Taraxacum* spp., *Trifolium repens*, *Hypochoeris radicata*, *Glechoma hederacea*, *Veronica serpyllifolia* and *Ranunculus repens*) were represented especially in short patches for both stocking densities, where the availability of light is an important determinant for the presence of those species (Ter Heerd et al. 1991). Those species are intolerant to shading and would be outcompeted by taller species. By contrast, they are very resistant to intensive grazing and trampling (Grime et al. 1988). Therefore, prostrate species such as *Taraxacum* spp. or *T. repens* are very promptly able to colonize non-shaded areas with a short sward height (Pavlů et al. 2003; Hejzman et al. 2005). By the selective grazing of prostrate forbs (*Taraxacum* spp. and *T. repens*) can be explained the stability of patches over the grazing season, especially in lightly grazed grasslands (Rossignol et al. 2011). Nevertheless, these species also could dominate in tall patches under IG. This was because a majority of this patch category under IG was formerly short vegetation infested by faeces and/or urine and was consequently refused by animals. The floristic composition in MO and TA patches under the IG was very similar. The abundance of

species present in those patches changed only within the season. This is probably affected by micro-successions caused by dung pats at a fine scale, where plant communities react rapidly to changes in nutrient availability at the seasonal scale (Cid & Brizuela 1998; Gillet et al. 2010). In contrast, a majority of tall patches under EG is usually made up of non-grazed vegetation because the amount of forage on offer exceeds the demand of the grazing animals. Tall forbs and tall graminoids like e.g. *Aegopodium podagraria*, *Galium album*, *Alopecurus pratensis*, and *Dactylis glomerata* were associated with TA and MO patches under EG, where grazing is light or null (Correll et al. 2003; Pavlů et al. 2007). Those patches are characterized by species with a good light competitiveness. Forage from the tall patches usually is poor in quality, yet it is a highly available resource from which in periods of food scarcity animals can benefit by exploiting the reproductive swards to satisfy a part of their forage requirements (Dumont et al. 1995).

## Conclusion

This study has shown that the main difference in patchiness between intensive and extensive grazing of species-rich grassland was in the proportions of short and tall sward-height patches, whereas the proportion of moderate-height patches was similar under both stocking densities. Floristic composition of patches with the same sward height was dependent on stocking density. The absence of large differences in floristic composition among patches under intensive grazing may suggest that this stocking density promotes rather spatially homogeneous grazing despite the occurrence of a heterogeneous height structure of the sward. It can be concluded that grazing intensity is the key driver for the proportions and floristic composition of patches of different sward heights. For grazing studies focused on vegetation, therefore, it is indispensable to establish such a design as represents the high variability in the vegetation, and especially under extensive stocking.

## Acknowledgements

This study was supported by the Ministry of Agriculture of the Czech Republic (Project No. 0002700604) and by the Ministry of the Environment of the Czech Republic (Project No. VaV SP/2D3/179/07).

## References

- Adler P.B *et al.* (2001) The effect of grazing on the spatial heterogeneity of vegetation. *Oecologia* 128: 465–479.
- Ausden M (2007) *Habitat management for conservation, a handbook of techniques*. Oxford University Press, New York, US.
- Bakker J.P *et al.* (1984) Micro-patterns in grassland vegetation created and sustained by sheep grazing. *Vegetatio* 55: 153–161.
- Berg G *et al.* (1997) Micropatterns in *Festuca rubra*-dominated salt-marsh vegetation induced by sheep grazing. *Plant Ecology* 132: 1–14.
- Cid M.S and Brizuela M.A (1998). Heterogeneity in tall fescue pastures created and sustained by cattle grazing. *Journal of Range Management* 51: 644–649.
- Cid M.S *et al.* (2008) Structural heterogeneity and productivity of tall fescue pasture grazed rotationally by cattle at four stocking densities. *Grassland Science* 54: 9–16.
- Correll O *et al.* 2003. Studying spatial and temporal dynamics of sward structure at low stocking densities, the use of an extended rising-plate-meter method. *Grass and Forage Science* 58: 450–454.
- Diaz S *et al.* (2001) Can grazing of herbaceous plants be predicted from simple vegetative traits? *Journal of Applied Ecology* 38: 457–508.



- Dumont B *et al.* (1995) The usefulness of grazing test for studying the ability of sheep and cattle to exploit reproductive patches of pasture. *Applied Animal Behaviour Science* 45: 79–88.
- Dumont B *et al.* (2007) Effect of cattle grazing a species-rich mountain pasture under different stocking rates on the dynamics of diet selection and sward structure. *Animal* 1: 1042–1052.
- Gibb M.J and Ridout M.S (1988) Application of double normal frequency distributions fitted to measurements of sward height. *Grass and Forage Science* 43: 131–136.
- Gillet F *et al.* (2010) Effect of dung deposition on small-scale patch structure and seasonal vegetation dynamics in mountain pastures. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 135: 34–41.
- Grime J.P *et al.* (1988) *Comparative plant ecology, a functional approach to common British species*. Unwin Hyman Ltd, London, UK.
- Hejcman M *et al.* (2005) Year-round cattle grazing as an alternative management of hay meadows in the Giant mts. (Krkonoše), the Czech Republic, *Ekológia Bratislava* 24: 419–429.
- Kubát, K. *et al.* (2002) *Klíč ke květeně České republiky (Key to the flora of the Czech Republic)*. Academia, Prague, CZ.
- Louault F *et al.* (2005) Plant traits and functional types in response to reduced disturbance in a seminatural grassland. *Journal of Vegetation Science* 16: 151–160.
- Marriott C.A *et al.* (2002) Early changes in species composition of upland sown grassland under extensive grazing management. *Applied Vegetation Science* 5: 87–98.
- Mládek J *et al.* (2010) Community seasonal development enables late defoliation without loss of forage duality in semi-natural grasslands. *Folia Geobotanica* 46: 17–34.
- Pavlů V *et al.* (2003) Effect of rotational and continuous grazing on vegetation of an upland grassland in the Jizerské hory Mts., Czech Republic. *Folia Geobotanica* 38: 21–34.
- Pavlů V *et al.* (2006a) Changes in plant densities in a mesic species-rich grassland after imposing different grazing management treatments. *Grass and Forage Science* 61: 42–51.
- Pavlů V *et al.* (2006b) Effect of continuous grazing on forage quality, quantity and animal performance. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 113: 349–355.
- Pavlů V *et al.* (2007) Restoration of grazing management and its effect on vegetation in an upland grassland. *Applied Vegetation Science* 10: 375–382.
- Pettit N.E *et al.* (1995) Grazing in remnant woodland vegetation changes in species composition and life form groups. *Journal of Vegetation Science* 6: 121–130.
- Rook A.J and Tallowin J.R.B (2003) Grazing and pasture management for biodiversity benefit. *Animal Research* 52: 181–189.
- Rook A.J *et al.* (2004) Matching type of livestock to desired biodiversity outcomes in pastures – a review. *Biological Conservation* 119: 137–150.
- Rossignol N *et al.* (2011) A hierarchical model for analysing the stability of vegetation patterns created by grazing in temperate pastures. *Applied Vegetation Science* 14: 189–199.
- Sahin Demirbag N *et al.* (2009) Herbage growth rates on heterogeneous swards as influenced by sward-height classes. *Grass and Forage Science* 64: 12–18.
- ter Braak C.J.F and Šmilauer P (2002) *CANOCO Reference Manual and CanoDraw for Windows User's Guide, Software for Canonical Community Ordination (version 4.5)*. Microcomputer Power, Ithaca, New York, US.
- Ter Heerdt G.N.J *et al.* (1991) Seasonal and spatial variation in living and dead plant material in a grazed grassland as related to plant species diversity. *Journal of Applied Ecology* 28: 120–127.
- Willms W.D *et al.* (1988) Stability of grazed patches on rough fescue grasslands. *Journal of Range Management* 41: 503–508.

## Vplyv dlhodobého hnojenia na agrochemické vlastnosti pôdy

### Impact of long-term fertiliser application on agri-chemical soil properties

Vladimíra Vargová<sup>1</sup>, Zuzana Kováčiková<sup>1</sup>, Milan Michalec<sup>1</sup>

<sup>1</sup>CVRV- Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva (Grassland and Mountain Agriculture Research Institute), Mládežnícka 36, 974 21 Banská Bystrica, Slovakia, vargova@vutphp.sk

#### Abstract

The purpose of this study was to evaluate the impact of rate and proportion of long term fertilization on the agri-chemical soil properties of a grass sward on an alluvial meadow. A field experiment was established in the western part of the Zvolenská kotlina basin at 350 m a.s.l. 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). Grass swards were cut three times while. The soil is loamy fluvisol; the initial soil pH (KCl) = 6.03; the content of available nutrients: P = 6.16 mg kg<sup>-1</sup> and K = 96.6 mg kg<sup>-1</sup>. During 2010 - 2012 decreased the soil pH (KCl) of value 3.92 – 5.48. The greatest decrease of soil pH was in the treatment an N rate of 50 kg with a nutrient ratio of 1 : 0.3 : 0.8. A lower contents accessible to plants of nitrogen, phosphorus and potassium in the soil was found in treatments with a nutrient ratio of 1 : 0.15 : 0.4.

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

#### Úvod

Živiny v pôde a pôdna reakcia regulujú zloženie trávnych spoločenstiev a druhovú diverzitu. Odber živín závisí od podielu floristických skupín v poraste, ktorý sa mení v priebehu vegetácie a závisí od zásobenosti pôdy určitou živinou. Dostupnosť živín v pôde je všeobecne nízka a mení sa pôsobením zrážok, teploty, vetra, pôdneho typu a pôdnej reakcie (Maathuis, 2009).

Intenzívne dusíkaté hnojenie spôsobuje silné odčerpávanie živín a zvyšovanie kyslosti pôdy (Kopec, 2002; Jančovič, 2002; Holúbek, 2002). Hnojenie ovplyvňuje zmeny nadzemného habitu, množstvo a kvalitu organickej hmoty v pôde. Vyvážené hnojenie mierne zvyšuje intenzitu rozkladu pôdnej organickej hmoty a súčasne zvyšuje tvorbu koreňovej hmoty (Holúbek *et al.*, 2007). Do pôdy pod trávny porastom sa dostávajú aj živiny z opadu po mineralizácii, aj dusík pútaním hrčkotvornými baktériami a fosfor mycéliom mykoríznych húb (Novák, 2008).

Cieľom práce bolo zistiť vplyv rôznej úrovne výživy na agrochemické vlastnosti pôdy.

#### Materiál a metódy

Na pokusnom stanovišti VÚTPHP na Veľkej Lúke (350 m n.m.) pokračoval v roku 2010 až 2012 poľný pokus, ktorý bol založený v roku 1961 metódou znáhodnených blokov s veľkosťou pokusnej parcely 32 m<sup>2</sup>. Trávny porast bol charakterizovaný z fytoecologického hľadiska ako zväz *Alopecurion pratensis*. Varianty hnojenia sú uvedené v tabuľke 1. Skoro na jar sme aplikovali celú dávku fosforu, draslíka a 65% dusíka. Druhú dávku dusíka sme dodali po prvej kosbe. Porasty sa využívali tromi kosbami – 1. kosba - na začiatku klásenia prevládajúcich druhov tráv, 2. kosba – 6 až 8 týždňov po prvej kosbe, 3. kosba – 8 až 10

týždňov po druhej kosbe. Pôdne vzorky sme odobrali v jesennom období (október) z hĺbky 0 - 150 mm. Z odobratých pôdnych vzoriek sme stanovovali pH v KCl, C<sub>ox</sub>, N, P, K a Mg.

**Tabuľka 1.** Varianty pokusu.

**Table 1** Trial treatments.

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

<sup>1</sup>treatments, <sup>2</sup> delivered nutrient, <sup>3</sup> nutrient ratio

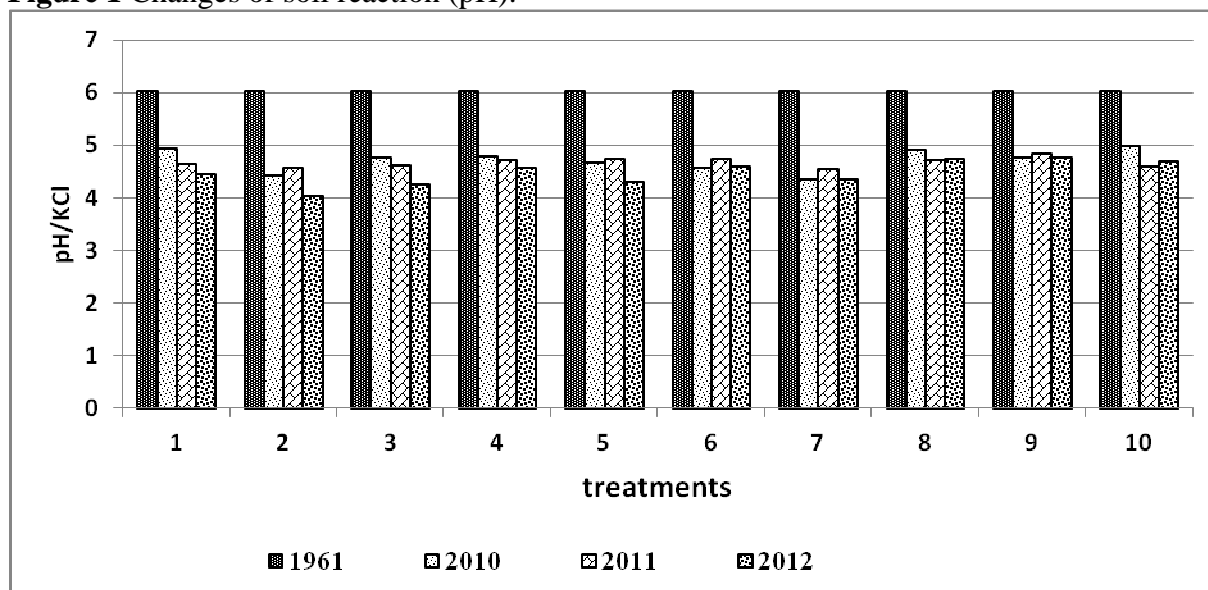
## Výsledky a diskusia

Pri založení pokusu v roku 1961 bola pôdna reakcia na úrovni 6,03. V roku 1970 klesla na nehnojenom variante o 0,37 a na variante s PK hnojením bola ešte nižšia (5,5). Varianty 3 až 6 s pomerom živín 1 : 0,3 : 0,8 mali pôdnu reakciu vyššiu ako nehnojená kontrola. Najvyššie pH (6,2) sa zaznamenalo na variante 8 s pomerom živín 1 : 0,15 : 0,4. V roku 1979 nastalo výraznejšie zníženie pôdnej reakcie na variantoch s pomerom živín 1 : 0,3 : 0,8. Najnižšie pH bolo na variante 5 (pH 4,4). Pôdna reakcia v roku 2002 na nehnojenom variante sa zvýšila na 5,63 pri porovnaní s predchádzajúcim obdobím. Varianty 3 až 6 s pomerom živín 1 : 0,3 : 0,8 mali nižšiu pôdnu reakciu ako nehnojený variant. Zvýšenie pH o 0,04 a 0,40 sa zaznamenalo na variantoch 8 a 10 s pomerom živín 1 : 0,15 : 0,4 oproti variantom 4 a 6 s pomerom živín 1 : 0,3 : 0,8.

Pri porovnaní hodnoty pH (6,03) v roku založenia pokusu (1961), so sledovaným obdobím 2010 - 2012, možno konštatovať, že nastalo zníženie pôdnej reakcie (obrázok 1) (Michalec *et al.*, 2007).

**Obrázok 1.** Zmeny pôdnej reakcie (pH).

**Figure 1** Changes of soil reaction (pH).



V roku 2010 pôdna reakcia oscilovala v rozpätí 4,35 – 4,98 (kyslá pôdna reakcia). Najvyššie pH sa zistilo na variante 10. Varianty s pomerom živín 1 : 0,15 : 0,4 mali vyššiu hodnotu pH ako varianty s druhým pomerom. Výnimku predstavoval variant 7, kde sa namerala najnižšia hodnota pH 4,35 (tabuľka 2).

Na variantoch s pomerom živín 1 : 0,15 : 0,4 a na nehnojenom variante bol najvyšší obsah  $C_{ox}$ . Je zaujímavé, že variant 2 mal vyššiu koncentráciu  $C_{ox}$  ako varianty s pomerom 1 : 0,3 : 0,8.

**Tabuľka 2.** Agrochemické vlastnosti pôdy na jeseň 2010.

**Table 2** Agri-chemical soil properties of the autumn 2010.

Variant <sup>1</sup>	pH/ KCl pH <sup>2</sup>	$C_{ox}$ <sup>3</sup> g.kg <sup>-1</sup>	N <sup>4</sup> g.kg <sup>-1</sup>	P <sup>5</sup> mg.kg <sup>-1</sup>	K <sup>6</sup> mg.kg <sup>-1</sup>	Mg <sup>7</sup> mg.kg <sup>-1</sup>	C : N <sup>8</sup>
1	4,93	27,19	3,00	2,67	123,56	487,36	9,06
2	4,43	25,96	2,73	36,05	133,96	295,48	9,51
3	4,76	25,03	3,29	5,22	128,80	458,30	7,61
4	4,79	24,10	2,73	41,43	186,69	406,05	8,83
5	4,66	24,10	2,76	128,60	123,56	338,83	8,73
6	4,57	23,79	2,61	175,06	128,80	310,12	9,11
7	4,35	25,34	2,98	4,40	128,80	452,73	8,50
8	4,91	26,88	3,03	4,64	128,80	537,90	8,87
9	4,75	26,88	2,84	9,84	133,96	517,03	9,46
10	4,98	25,96	3,39	12,88	133,96	514,50	7,66

<sup>1</sup> treatment, <sup>2</sup> soil reaction, <sup>3</sup>  $C_{ox}$  content, <sup>4</sup> nitrogen, <sup>5</sup> phosphorus, <sup>6</sup> potassium, <sup>7</sup> magnesium, <sup>8</sup> ratio C:N

Zásoba dusíka v pôde sa pohybovala od 2,61 g.kg<sup>-1</sup> (variant 6) do 3,39 g.kg<sup>-1</sup> (variant 10). Na nehnojenom variante bol najnižší obsah fosforu (2,67 mg.kg<sup>-1</sup>). Najvyššia zásoba fosforu v pôde sa zistila na variante 6 (175,06 mg.kg<sup>-1</sup>). Obsah draslíka v pôde bol v rozpätí od 123,56 do 186,69 mg.kg<sup>-1</sup>. Varianty s pomerom živín 1 : 0,15 : 0,4 mali vyššiu zásobu horčíka v pôde ako varianty s druhým pomerom. Najnižší obsah horčíka bol na variante 2 (295,48 mg.kg<sup>-1</sup>). Maathius (2009) konštatuje, že vplyvom zrážok, teploty, pôdneho typu a pôdnej reakcie sa môže meniť dostupnosť živín v pôde.

Takmer na všetkých variantoch v roku 2012 sa zaznamenal pokles pôdnej reakcie (tabuľka 3), čo sa aj štatisticky preukazuje potvrdilo. Najvýraznejší pokles sa zistil na variante 3 (0 0,50).

**Tabuľka 3.** Agrochemické vlastnosti pôdy na jeseň 2012. Vplyv variantov na zmeny agrochemických vlastností pôdy.

**Table 3** Agri-chemical soil properties of the autumn 2012. Impact of treatments on changes of agri-chemical soil properties

Variant <sup>1</sup>	pH/ KCl pH <sup>2</sup>	$C_{ox}$ <sup>3</sup> g.kg <sup>-1</sup>	N <sup>4</sup> g.kg <sup>-1</sup>	P <sup>5</sup> mg.kg <sup>-1</sup>	K <sup>6</sup> mg.kg <sup>-1</sup>	Mg <sup>7</sup> mg.kg <sup>-1</sup>	C : N <sup>8</sup>
1	4,44 <sup>ab</sup>	27,97 <sup>a</sup>	3,59 <sup>a</sup>	1,48 <sup>a</sup>	100,65 <sup>a</sup>	558,16 <sup>a</sup>	7,79 <sup>a</sup>
2	4,02 <sup>a</sup>	21,90 <sup>a</sup>	2,83 <sup>a</sup>	31,02 <sup>ab</sup>	100,65 <sup>a</sup>	360,66 <sup>a</sup>	7,74 <sup>a</sup>
3	4,26 <sup>ab</sup>	23,28 <sup>a</sup>	2,63 <sup>a</sup>	4,33 <sup>a</sup>	105,31 <sup>a</sup>	389,47 <sup>a</sup>	8,85 <sup>a</sup>
4	4,57 <sup>ab</sup>	29,90 <sup>a</sup>	2,86 <sup>a</sup>	15,74 <sup>ab</sup>	105,31 <sup>a</sup>	454,05 <sup>a</sup>	10,45 <sup>a</sup>
5	4,31 <sup>ab</sup>	26,04 <sup>a</sup>	2,87 <sup>a</sup>	13,39 <sup>ab</sup>	109,91 <sup>a</sup>	522,22 <sup>a</sup>	9,07 <sup>a</sup>
6	4,59 <sup>ab</sup>	28,52 <sup>a</sup>	3,63 <sup>a</sup>	27,47 <sup>b</sup>	132,23 <sup>a</sup>	556,21 <sup>a</sup>	7,86 <sup>a</sup>
7	4,35 <sup>ab</sup>	24,66 <sup>a</sup>	2,66 <sup>a</sup>	1,80 <sup>a</sup>	100,65 <sup>a</sup>	504,36 <sup>a</sup>	9,27 <sup>a</sup>
8	4,73 <sup>b</sup>	24,66 <sup>a</sup>	2,65 <sup>a</sup>	2,87 <sup>a</sup>	95,94 <sup>a</sup>	510,99 <sup>a</sup>	9,30 <sup>a</sup>
9	4,76 <sup>b</sup>	25,21 <sup>a</sup>	2,55 <sup>a</sup>	2,64 <sup>a</sup>	95,94 <sup>a</sup>	605,90 <sup>a</sup>	9,89 <sup>a</sup>
10	4,68 <sup>ab</sup>	25,76 <sup>a</sup>	2,72 <sup>a</sup>	15,69 <sup>a</sup>	100,65 <sup>a</sup>	545,18 <sup>a</sup>	9,47 <sup>a</sup>

Rozdielne indexy znamenajú štatisticky preukazné rozdiely medzi úrovňami faktorov (Tukey *t* -test,  $P = 0,05$ ). Values with different letters (a,b) are significantly different at the level of significance (Tukey

$t$ -test,  $P = 0.05$ ). <sup>1</sup> treatment, <sup>2</sup>soil reaction, <sup>3</sup> C<sub>ox</sub> content, <sup>4</sup> nitrogen, <sup>5</sup> phosphorus, <sup>6</sup> potassium, <sup>7</sup> magnesium, <sup>8</sup> ratio C:N

Minimálne zníženie obsahu C<sub>ox</sub> bolo na variantoch s pomerom 1 : 0,15 : 0,4, pričom na variantoch s pomerom 1 : 0,3 : 0,8 sa zistila opačná tendencia. Toto zistenie je v rozpore s autormi Ondrášek (1985) a Jančovič *et al.* (2007), ktorí zaznamenali zvýšenie obsahu C<sub>ox</sub> na intenzívne hnojených variantoch. Najvýraznejšie zvýšenie koncentrácie obsahu C<sub>ox</sub> (o 5,8 g.kg<sup>-1</sup>) bolo na variante 4. Počas sledovaného obdobia došlo k zníženiu pomeru C : N na variantoch 1, 2 a 6, na ostatných variantoch kvalita humusu poklesla veľmi mierne. Najširší pomer C : N (10,45 : 1) sa zistil na variante 4.

Zásoba dusíka v pôde stúpla na nehnojenom, PK hnojenom variante a na variantoch 4, 5, 6 s pomerom živín 1 : 0,3 : 0,8. Dusík predstavuje dôležitý prvok, ktorý vplyva na posun v druhovom zložení, kontroluje diverzitu, dynamiku a funkciu mnohých terestrických ekosystémov (Vitousek *et al.*, 1997). V tomto roku nastal pokles koncentrácie obsahu fosforu a draslíka takmer na všetkých variantoch. Podobný pokles pri hnojení, ale aj po absencii hnojenia zaznamenal aj Jančovič *et al.* (2007). Najnižší obsah P bol na nehnojenom variante (1,48 mg.kg<sup>-1</sup>). Na variantoch s pomerom 1 : 0,15 : 0,4 sa zistil väčší pokles obsahu draslíka ako na variantoch s pomerom 1 : 0,3 : 0,8. Koncentrácia horčíka mala opačnú tendenciu, najvýraznejšie stúpanie bolo na variantoch s vyššími dávkami dusíka s pomerom 1 : 0,3 : 0,8. Kobza *et al.*, (2010) uvádzajú, že naše pôdy sú dobre zásobené horčíkom s čím korešponujú aj nami zistené výsledky. Preukazný vplyv ročníka ( $P < 0,05$ ) sa zaznamenal na obsah pH, draslíka a horčíka (tabuľka 4). Varianty štatisticky preukazne ( $P < 0,05$ ) ovplyvňovali len obsah fosforu (tabuľka 3).

**Tabuľka 4.** Vplyv ročníka na zmeny na agrochemických vlastností pôdy

**Table 4** Impact of years on changes of agri-chemical soil properties

Rok	pH/ KCl pH <sup>2</sup>	C <sub>ox</sub> <sup>3</sup> g.kg <sup>-1</sup>	N <sup>4</sup> g.kg <sup>-1</sup>	P <sup>5</sup> mg.kg <sup>-1</sup>	K <sup>6</sup> mg.kg <sup>-1</sup>	Mg <sup>7</sup> mg.kg <sup>-1</sup>	C : N <sup>8</sup>
2010	4,71 <sup>b</sup>	25,52 <sup>a</sup>	2,94 <sup>a</sup>	42,08 <sup>a</sup>	135,89 <sup>b</sup>	431,83 <sup>a</sup>	8,73 <sup>a</sup>
2011	4,67 <sup>b</sup>	24,42 <sup>a</sup>	2,92 <sup>a</sup>	32,46 <sup>a</sup>	117,86 <sup>a</sup>	558,03 <sup>b</sup>	8,39 <sup>a</sup>
2012	4,47 <sup>a</sup>	25,79 <sup>a</sup>	2,89 <sup>a</sup>	11,64 <sup>a</sup>	104,72 <sup>a</sup>	500,72 <sup>ab</sup>	8,97 <sup>a</sup>

Rozdielne indexy znamenajú štatisticky preukazné rozdiely medzi úrovňami faktorov (Tukey  $t$ -test,  $P = 0,05$ ). Values with different letters (a,b) are significantly different at the level of significance (Tukey  $t$ -test,  $P = 0.05$ ). <sup>1</sup> treatment, <sup>2</sup>soil reaction, <sup>3</sup> C<sub>ox</sub> content, <sup>4</sup> nitrogen, <sup>5</sup> phosphorus, <sup>6</sup> potassium, <sup>7</sup> magnesium, <sup>8</sup> ratio C:N

## Záver

Pôdna reakcia je významná agrochemická vlastnosť pôdy, ktorá výrazne vplyva na rast a vývoj rastlín. Pri vyšších koncentráciách sa významne ovplyvňuje prístupnosť živín pre rastliny. Stúpajúce dávky dusíka spôsobujú acidifikáciu pôdy hlavne pri vyšších dávkach dusíka. V priebehu sledovaného obdobia sa znížila pôdna reakcia, čo sa aj štatisticky preukazne potvrdilo ( $P < 0,05$ ). Najvýraznejší pokles pôdnej reakcie bol na variante s 50 kg dávkou N s pomerom 1 : 0,3 : 0,8. Na variantoch s pomerom 1 : 0,15 : 0,4 sa znížil obsah rastlinám prístupného dusíka, fosforu a draslíka v pôde. Koncentrácia horčíka v pôde stúpla, najviac na variantoch s vyššími dávkami dusíka s pomerom 1 : 0,3 : 0,8.

## Pod'akovanie

Úloha bola viazaná na výskumnú úlohu CVRV Piešťany - VÚTPHP Banská Bystrica riešená v rokoch 2010 - 2012: „Multifunkčné využívanie trávnych porastov v podhorských a horských oblastiach“ s číslom kontraktu 353/2009-940-K.

## Literatúra

- Holúbek R (2002) Produkčný a nutričný potenciál trávnych porastov Strážovskej vrchoviny In Ekológia trávneho porastu VI. Banská Bystrica. 10.-11. 11. 2002: 59-68, ISBN 80-968890-7-9
- Holúbek R *et al* (2007) Krmovinárstvo – manažment pestovania a využívania krmovín. Nitra. 2007: 420 s. ISBN 978-80-8069-911-6
- Jančovič J (2002) Vplyv hnojenia a využívania na vyplavovanie živín a zmeny pôdnych vlastností v trávnom ekosystéme. In Ekológia trávneho porastu VI. Banská Bystrica. 2002: 138-146. ISBN 80-968890-7-9
- Jančovič J *et al* (2007) Základné agrochemické vlastnosti kambizeme pod trávny porastom v dlhodobom pokuse. In Ekologie trávneho porastu VII. Banská Bystrica. 2007:328-332. ISBN 978-80-88872-69-6
- Kobza J *et al* (2010) Aktuálny stav a vývoj obsahu fosforu, draslíka a horčíka v poľnohospodárskych pôdach Slovenska. In Agrochémia 50 (1): 3-8.
- Maathuis F (2009) Physiological function of mineral macronutrients. In Current Opinion in Plant Biology 12 (3): 250-258.
- Michalec M *et al* (2007) Vplyv dlhodobého hnojenia údolných lúk. In Súčasnosc' a perspektívy krmovinárskeho výskumu a vzdelávania v multifunkčnom využívaní krajiny. Nitra. 2007: 128-131. ISBN 978-80-8069-929-1
- Novák J (2008) Pasienky, lúky a trávniky. Prievidza. 2008: 708 s. ISBN 978-80-85674-23-1
- Ondrášek Ľ (1985) Hlavné zmeny pedobiologických vlastností lúčneho ekosystému pri rôznej intenzite hnojenia a využívania. In Ekológia trávneho porastu II. Banská Bystrica. 1985: 22-34.
- Vitousek P *et al* (1997) Human alteration of the global nitrogen cycle: sources and consequences. In Ecological Applications, 7: 737-750.

## Ekologická obnova disturbovaného trávneho porastu v Národnom parku Malá Fatra

### Ecological restoration of disturbed grassland in the National Park Malá Fatra

Novák, J., Javoreková, S., Obtulovič, P., Chlpík, J., Nemeš, J.

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre (Slovak University of Agriculture in Nitra)  
Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovakia, [jan.novak@uniag.sk](mailto:jan.novak@uniag.sk)

#### Abstract

The aim of the research was the ecological restoration of disturbed secondary grassland dominated by *Rumex obtusifolius* and *Urtica dioica* in the National park Malá Fatra (Strungový príslop, 1 150 m a.s.l.). We studied in years 2004 – 2011 three experimental ruderalized grassland treatments: 1) without management, 2) two mows per vegetation period and 3) seed mixtures of 18 autochthonous species with 2 mows per vegetation period. After 8 years there has been a significant withdrawal of PK nutrients from the soil by aboveground phytomass mowing, C:N ratio in the soil has been changed and conditions for *Rumex obtusifolius* L. and *Urtica dioica* have worsened, which require a high supply of nutrients. The results of the ecological restoration of mountain pasture after overmanuring with cattle excreta show good results with 2 mows. Best results were obtained for variant 3. Contamination of soil (3–times higher in phosphorus and 5–times higher in potassium) taking cuttings and aboveground phytomass (phytoremediation) was removed over a period of research. Significantly increased of species diversity has been observed and evaluation of grassland quality with a positive impact on the quality of feed for the animals. Ecological functions of grassland ecosystems and the environment were restored, environmental conditions and the aesthetic qualities of the country were improved, which contributed to sustainable development and landscaping in attractive tourist area.

**Keywords:** national park, mountain pasture, overmanuring with cattle excreta, ecological restoration

#### Úvod

Využívané poloprírodné horské pasienky a lúky na Slovensku predstavujú kultúrne dedičstvo predchádzajúcich generácií. V EÚ je takmer 76 % trávnych porastov v nepriaznivom stave (EEA, 2010). Tradičným košarovaním, ktoré je ekonomicky najlacnejším spôsobom hnojenia pasienkov sa dá zlepšiť nepriaznivý stav vo vysokohorských polohách. Dobytok, najmä jalovice by sa mali denne premiestňovať do nových košiarov. Na Slovensku sú regióny, kde sa zvieratá zatvárajú na noc počas celého pasienkového obdobia do stabilných ohrád na rovnakom mieste aj niekoľko rokov po sebe. Na týchto stanovištiach pozorujeme zhoršenie, mechanické poškodenie, alebo dokonca úplnú deštrukciu rastlinných pletív, postupnú likvidáciu trávnej mačiny až narušenie (disturbanciu) pôdneho trávneho ekosystému. Tento negatívny zásah do ekológie životného prostredia vytvára ekologickú nerovnováhu. Výsledkom je klíčenie burín v narušenom pôdnom prostredí a ich postupné rozširovanie na susedné plochy. Charakteristickými zástupcami tejto skupiny rastlín sú prevažne vysoké širokolisté byliny, napríklad *Rumex obtusifolius*, *R. alpinus*, *Urtica dioica*, *Cirsium arvense* a i., ktoré z krmovinárskeho hľadiska sú pre výživu zvierat bezcenné (Novák, 1993, 1995, 2008a,b, Badia *et al.*, 2008). Kolonizácia týchto druhov závisí od zdroja diaspór, vzdialenosti, smeru vetra, rôznych prírodných prekážok a pod. (Prach *et al.*, 2001, Lencová a Prach, 2011).

Disturbovaná kultúrna krajina s trávnyimi porastmi autoreguláciou nie je schopná vrátiť sa do pôvodného stavu, preto jedinou možnosťou je obnova človekom, ktorá je riadeným antropogénnym inputom energie do agroekosystému. Nový smer výskumu – ekologická obnova, ktorého iniciátormi v USA boli John Aber a William Jordan sa začal vyvíjať od roku 1980. Zaoberá sa obnovou degradovaných a poškodených ekosystémov. Hlavnou myšlienkou je vrátiť narušené ekosystémy do ich pôvodného stavu (na úroveň funkčnosti), obnoviť ich prirodzenú ekologickú rovnováhu, zvýšiť biodiverzitu a posilniť populácie jednotlivých druhov. Obnova abiotických podmienok v prostredí zohráva dôležitú úlohu (van Adel a Aronson, 2006). Nutnosť obnoviť narušené (poškodené alebo zničené) prostredie v posledných desaťročiach je pozitívne vnímaná nielen odbornou, ale aj laickou verejnosťou. Vo výskume použité boli rôzne metódy, napr. na obnovu životného prostredia a odstránenie štiavcov (Nemoto *et al.*, 1983; Niggli *et al.*, 1993, Novák, 1993, Dierauer and Thomas, 1994, Nashiki, 1995, Martinková and Honek, 2001, Pötsch, 2001). Zaller (2004, 2006) uvádza metódou ekologickej obnovy prísevom podľa Nováka (1995a,b) ako jednu z možných alternatív zabránenia klíčenia a potlačenia dominancie štiavca tupolistého (*Rumex obtusifolius*).

Ekologickou obnovou disturbovaných horských pasienkov a lúk po prekošarovaní sa na Slovenskej poľnohospodárskej univerzite v Nitre zaoberáme už 24 rokov. V rokoch 1988 až 1998 sme robili výskum v konvenčných podmienkach v Chránenej krajinskej oblasti Strážovské vrchy (Chvojníca, 600 m n. m.). Už 8 rokov overujeme výsev autochtónnych druhov rastlín v národných parkoch Malá Fatra (Strungový príslop, 1 150 m n. m.), Veľká Fatra (Pod Ploskou, 1 240 m n. m.) a Nízke Tatry (Pod Kečkou, 1 140 m n. m.) (Novák, 2008a).

## Materiál a metódy

Výskumná plocha (NP Malá Fatra – Strungový príslop, 1150 m n. m.) v rámci agroklimatického členenia SR patrí do makrooblasti chladnej, oblasti prevažne chladnej, podoblasti veľmi vlhkej. Priemerná teplota vzduchu za vegetačné obdobie (IV. – IX.) dosahuje hodnotu 10 °C a priemerný ročný úhrn zrážok od 800 do 900 mm. Stanovište je vymedzené súradnicami 48° 51' 22" N, 19° 14' 57" E. Ročná minimálna teplota vzduchu klesá až pod –18 °C a snehová pokrývka (nad 10 mm) trvá v priemere 100 až 120 dní. Záujmová lokalita patrí do krivánskej časti Malej Fatry. Pôdotvorným substrátom sú granodiority. Geologická stavba podmienila vznik pôdneho typu rendzina, subtyp kambizemná, ktorá je značne skeletovitá a prevláda v nej oxidované železo. Prebytočná voda je odvádzaná potokom Zázrivka a jeho prítokmi do rieky Váh. Pasienky v blízkosti pokusu od konca júna do začiatku septembra využíva na pasenie PD Párnica.

Parcely s veľkosťou 15 m<sup>2</sup> v troch opakovaniach boli založené blokovou metódou s náhodným usporiadaním pokusných členov na 3 variantoch s eutrofizovanou pôdou (extrémne vysoký obsah NPK–živín po niekoľkoročnom nocovaní jalovic na jednom stanovišti v ohrade) a ruderálnym porastom (78 % *Rumex obtusifolius* a 14 % *Urtica dioica*):

1. variant – bez manažmentu,
2. variant – každoročné ošetrovanie dvoma kosbami (simulácia pasenia),
3. variant – výsev miešanky 18 autochtónnych druhov rastlín + dve kosby každý rok.

Výsev miešanky 18 autochtónnych druhov rastlín (3,44 g.m<sup>-1</sup>) pozostával zo 6 druhov tráv (*Dactylis glomerata*, *Festuca pratensis*, *Phleum pratense*, *Poa pratensis*, *Trisetum flavescens*), 3 druhov leguminóz (*Lotus corniculatus*, *Trifolium pratense*, *T. repens*); a 9 druhov bylín (*Acetosa pratensis*, *Achillea millefolium*, *Alchemilla vulgaris*, *Carum carvi*, *Daucus carota*, *Leucanthemum vulgare*, *Plantago lanceolata*, *Prunella vulgaris*, *Taraxacum officinale*).

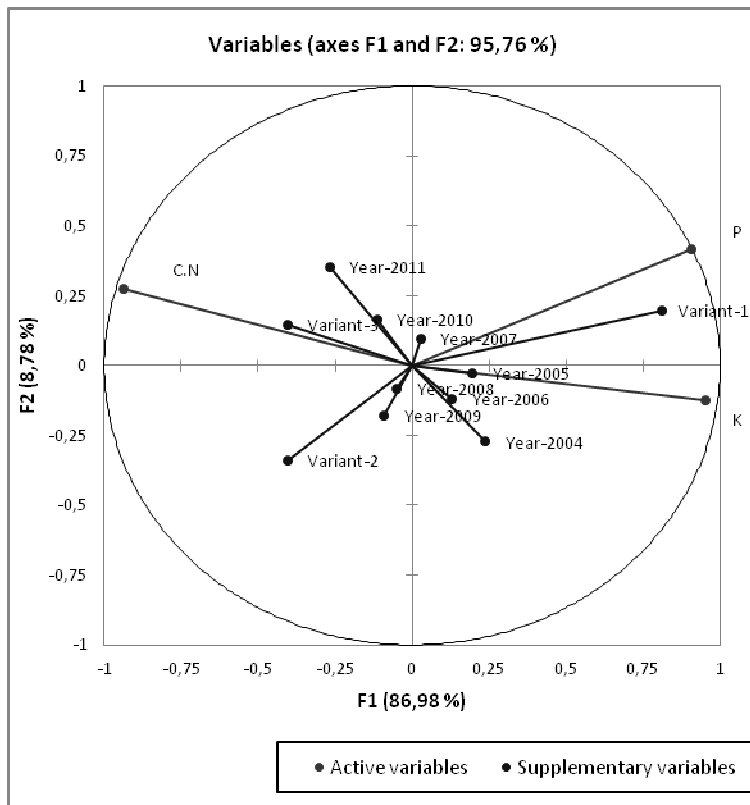


Každý rok na jar pred začiatkom vegetácie (koniec júna) a po druhej kosbe (september) boli odoberané sondovacou tyčou vzorky pôdy z hĺbky 0 – 100 mm a 101 – 200 mm v množstve 0,50 kg z každého variantu v troch opakovaniach na stanovenie celkového dusíka ( $N_t$ ) – podľa Kjeldahla, prístupného fosforu (P) – kolorimetricky na spektrofotometri, prístupného draslíka (K) – atómovou absorpčnou spektrofotometriou na spektrofotometri Avanta metódou Mehlich III (Mehlich, 1984) a oxidovateľného uhlíka ( $C_{ox}$ ) – titračne podľa Tjurina. Na každom variante boli umiestnené trvalé štvorce 1000 x 1000 mm v troch opakovaniach. Pokryvnosť (dominanciu D v %) za jednotlivé druhy a floristické skupiny sme zosumarizovali v každom roku. Z pokryvnosti v % a kŕmnych hodnôt jednotlivých druhov rastlín sme vypočítali kvalitu trávneho porastu ( $E_{GQ}$ ) podľa Nováka (2004). Pri štatistickom hodnotení zmien obsahu P, K, pomeru C:N v pôde a bonitácie nadzemnej fytomasy v analyzovaných troch variantoch a rokoch sme použili PCA metódu, analýzu rozptylu a na vyhodnotenie testovania kontrastov Tukeyho HSD test založený na porovnávaní všetkých párov priemerov ( $y_{i\cdot} - y_{j\cdot}$ ) porovnávaných veličín.

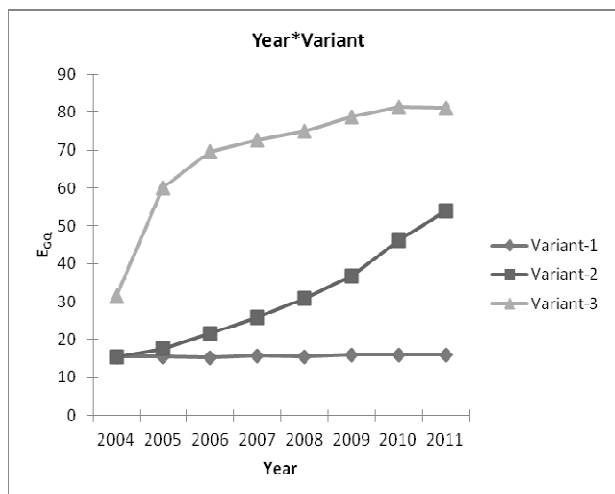
## Výsledky a diskusia

V priebehu ôsmich rokov obsah živín v pôde na variante 1 zostal bez zmeny. Na ostatných variantoch v hĺbke 0 až 200 mm výrazne klesol obsah fosforu z extrémne vysokej hodnoty 0,34 na 0,07 (variant 2) a na 0,11  $mg \cdot kg^{-1}$  (variant 3) a obsah draslíka z extrémne vysokej hodnoty 0,89 na 0,25 (variant 2) a na 0,23  $mg \cdot kg^{-1}$  (variant 3). Pomer C:N sa zvýšil z 8,75 na 16,76 (variant 2) a na 16,16 (variant 3). Extrémne vysoký obsah fosforu a draslíka v eutrofizovaných pôdach národných parkov bol podobný ako v konvenčných podmienkach v 600 m n. m. (Novák, 2008a). Podľa Vyhlášky MP SR č. 338/2005 na základe kritérií obsahov stanovených metódou Mehlich III (Mehlich, 1984) pre stredne ťažké pôdy na trvalých trávnych porastoch obsah fosforu a draslíka sa po ôsmich rokoch výskumu pohyboval v rozmedzí optimálnych hodnôt. Do rozpätia pre dobrý obsah (od 0,08 do 0,10  $g \cdot kg^{-1}$ ) sa fosfor dostal po poklese na jednu tretinu a do rozpätia pre dobrý obsah (od 0,15 do 0,21  $g \cdot kg^{-1}$ ) draslík po poklese na jednu pätinu iníciaľnej koncentrácie.

Nadzemná fytomasa ruderalného porastu (variant 1) so zastúpením 7 druhov rastlín, kde trávy tvorili len 5 % a byliny až 95 % s dominanciou 78 % štiavca tupolistého (*Rumex obtusifolius*) a 14 % pŕhl'avy dvojdomej (*Urtica dioica*) s veľmi nízkou kvalitou ( $E_{GQ} = 14,50$ ), zostala za 8 rokov bez zmeny. Podobný výskum so zastúpením štiavca tupolistého robili Zaller (2004) a Badia et al. (2008) v španielskych Pyrenejách. Výrazné zmeny nastali na variantoch 2 a 3. Postupným odčerpávaním živín z pôdy po každoročných dvoch kosbách a odberom nadzemnej fytomasy po ústupe *Rumex obtusifolius* a *Urtica dioica* v rokoch prebiehala na variante 2 spontánna kolonizácia rastlinných druhov. Evidovali sme 25 druhov rastlín (27 % tráv, 27 % leguminóz a 34 % bylín) s priemernou kvalitou ( $E_{GQ} = 53,87$ ). Podiel druhu *Rumex obtusifolius* sa znížil na 2 %, *Urtica dioica* sa už nevyskytovala a po ich ústupe zostalo 12 % prázdnych miest. Na variante 3 obnovou blízkou prírode (near-natural restoration) – po sejbě 18 autochtónnych druhov rastlín, postupným odčerpávaním živín z pôdy po každoročných dvoch kosbách odberom nadzemnej fytomasy v rokoch, prebiehala riadená sukcesia. Evidovali sme 28 druhov rastlín (43 % tráv, 27 % leguminóz, 28 % bylín), bez prázdnych miest a s nulovým výskytom pôvodných ruderalných druhov, avšak s podstatne vyššou kvalitou – veľmi hodnotným trávny porastom ( $E_{GQ} = 81,16$ ). Z vysiatych rastlinných druhov v daných podmienkach sa z tráv presadili predovšetkým *Phleum pratense* (12 %), *Trisetum flavescens* (11 %), *Poa pratensis* (7 %), *Festuca pratensis* (6 %), *F. rubra* (4 %), z leguminóz *Trifolium repens* (23 %), *T. pratense* a *Lotus corniculatus* (po 2 %) a z bylín *Achillea millefolium* (8 %), *Taraxacum officinale* (7 %), *Alchemilla vulgaris* (5 %), *Carum carvi*, *Plantago lanceolata* a *Prunella vulgaris* (po 2 %) a *Daucus carota* (1 %).



**Obr. 1.** Porovnanie výsledkov obsahu P, K a C:N v pôde na variantoch v rokoch 2004 – 2011  
**Fig. 1.** Comparison of the contents of P, K and C:N in the soil for variants in years 2004 – 2011



**Obr. 2.** Vývoj priemerných hodnôt  $E_{GQ}$  analyzovaných variantov v rokoch 2004 – 2011  
**Fig. 2.** Development of average values  $E_{GQ}$  analyzed variants in years 2004 – 2011

**Tabuľka 1.** Porovnanie rozdielov obsahu P, K, C:N a  $E_{GQ}$  na variantoch v rokoch 2004 – 2011 – Tukeyho HSD test medzi kategóriami s intervalom spoľahlivosti 95 %

**Table 1** Comparison of the differences of contents P, K, C: N and  $E_{GQ}$  on the variants in years 2004 – 2011 – Tukey (HSD) test between the categories with a confidence interval of 95 %

Parameter	Contrast	Difference	Standardized difference	Critical value	Pr > Diff	Significant
P	2 vs 1	-0,209	-28,318	2,344	< 0,0001	Yes
	2 vs 3	-0,040	-5,399	2,344	< 0,0001	Yes
	3 vs 1	-0,169	-22,920	2,344	< 0,0001	Yes
Tukey's d critical value:				3,314		
K	3 vs 1	-0,429	-32,216	2,344	< 0,0001	Yes
	3 vs 2	-0,075	-5,600	2,344	< 0,0001	Yes
	2 vs 1	-0,354	-26,616	2,344	< 0,0001	Yes
Tukey's d critical value:				3,314		
C:N	1 vs 3	-2,806	-30,990	2,344	< 0,0001	Yes
	1 vs 2	-2,766	-30,546	2,344	< 0,0001	Yes
	2 vs 3	-0,040	-0,444	2,344	0,897	No
Tukey's d critical value:				3,314		
$E_{GQ}$	1 vs 3	-53,061	-184,808	2,419	< 0,0001	Yes
	1 vs 2	-15,296	-53,274	2,419	< 0,0001	Yes
	2 vs 3	-37,765	-131,534	2,419	< 0,0001	Yes
Tukey's d critical value:				3,421		

Vývoj obsahu P a K v pôde na troch analyzovaných variantoch v časovom horizonte rokov 2004 až 2011 potvrdil štatisticky vysoko signifikantný pokles na variantoch 2 a 3 v porovnaní s variantom 1 (Obr. 1). Pri grafickom posudzovaní vývoja pomerov C:N sme zistili tiež štatisticky vysoko signifikantný nárast na variantoch 2 a 3 v porovnaní s variantom 1. Potvrdením tohto priebehu sú aj výsledky testu kontrastov jednotlivých variantov (Tabuľka 1). Pri grafickom posudzovaní priemerných výsledkov bonitácie na troch analyzovaných variantoch v rokoch sa prejavil štatisticky vysoko signifikantný nárast ukazovateľa  $E_{GQ}$  na variante 2 a najmä na variante 3 v porovnaní s variantom 1 (Obr. 2). Potvrdením sú aj výsledky testu kontrastov jednotlivých variantov (Tabuľka 1).

## Záver

Ekologickou obnovou a využívaním dvoma kosbami za vegetáciu v priebehu 8 rokov sa z disturbovaného (ruderálneho) vytvoril trávny porast, ktorý spĺňa podmienky z hľadiska štruktúry druhového zloženia a kvality pre výživu zvierat. Lepšie parametre dosiahol variant 3 s výsevom 18 autochtónnych druhov. Kontaminácia pôdy (3–krát vyšší obsah fosforu a 5–krát vyšší obsah draslíka ako optimum) sa každoročnými dvoma kosbami a odberom nadzemnej fytomasy – fytoremediáciou za obdobie výskumu odstránila. Extrémne vysoký obsah prístupného fosforu a draslíka sa dostali podľa kritérií obsahov stanovených metódou Mehlich III do rozsahu optimálnych hodnôt pre stredne ťažké pôdy na trvalých trávnych porastoch. Tým sa zlepšilo životné prostredie a esteticky vzhľad turisticky atraktívnej krajiny Národného parku Malá Fatra.

## Podakovanie

Príspevok bol podporený finančnými prostriedkami VEGA MŠ SR a SAV (grant č. 1/0851/10).

## Literatúra

- Andal van J and Anderson J (eds.) (2006) Restoration Ecology: The new Frontier. Oxford: Blackwell Science, UK.
- Badia D *et al.* (2008) Influence of livestock soil eutrophication on Floral composition in the Pyrenees mountains. *J. Mt. Sci.*, 5:63–72.
- Dierauer H.U and Thomas J.M (1994) Efficiency of different non-chemical methods of controlling broadleaf dock (*Rumex obtusifolius*). In: Maitrise des adventices par voie non chimique. Communications de la Quatrieme Conference Internationale I.F.O.A.M., (ed. IFOAM), 311–314. IFOAM, Dijon, France.
- EEA – European Environment Agency (2010) Biodiversity Baseline Report. (<http://www.eea.europa.eu/publications/eu-2010-biodiversity-baseline>), 2010.
- Lencová K and Prach K (2011) Restoration of hay meadows on ex-arable land: commercial seed mixtures vs. spontaneous succession. *Grass and Forage Science*, 66:265–271.
- Martinková Z and Honek A (2001) Regeneration of *Rumex obtusifolius* L. after cutting. *Rostlinná Výroba* 47, 228–232.
- Mehlich A (1984) Mehlich No. 3 soil test extractant: a modification of No. 2. *Communication im Soil Science and Plant Analysis*, 15, 1409–1416.
- Nashiki M (1995) Competition of the weed, *Rumex obtusifolius* L., with pasture plants for early control in new grassland. *Bull. Tohoku National Agricult. Experiment Station* 90: 93–153.
- Nemoto M.S *et al.* (1983) Studies on the ecological control of *Rumex obtusifolius*. I. The relation between emergence of *R. obtusifolius* and dominant forage species in permanent pastures. *Weed Res. Japan* 28: 198–204.
- Niggli U *et al.* (1993) Effects of nitrogen fertilization and cutting frequency on the competitive ability and the regrowth capacity of *Rumex obtusifolius* L. in several grass swards. *Weed Research* 33, 131–137.
- Novák J (1993) Vplyv obnovy degradovaného trávneho porastu na produkciu a kvalitu biomasy. Kandidátska dizertačná práca. Nitra: VŠP, 119 s.
- Novák J (1995a) The influence of utilization and the changes of nitrogen and potassium content in eutrophicated soil on the retreat of *Rumex obtusifolius*. *Acta fytotechnica*, 51, s. 73–80.
- Novák J (1995b) The changes in ruderal grassland after non-tillage reseeding with cocksfoot. *Acta fytotechnica*, 51, s. 95–104.
- Novák J (1998) Changes in grassland after additional sowing of grass mixture with dominance of valuable herbs. *Rostlinná výroba/Plant Production*, 44, 3, s. 123–131.
- Novák J (2004) Evaluation of grassland quality. *Ekológia (Bratislava)*, 23, 2, p. 127–143.
- Novák J (2008a) Obnova pasienkov na karpatských salašoch (Restoring the pastures on Carpathian sheepfolds). Bratislava: ÚVTIP, 200 s.
- Novák J (2008b) Pasienky, lúky a trávniky (Pastures, meadows and lawns). *Prievidza: Patria I*, 708 s.
- Novák J and Slamka P. (2003) Degradation of seminatural pastures by local overmanuring with cattle or sheep excreta. *Ekológia (Bratislava)*, 22, 2, p.143–151.
- Pötsch E.M (2001) Wissenswertes zur mechanischen und chemischen Ampferbekämpfung. In: 7. Alpenländisches Expertenforum zum Thema „Bestandesführung und Unkrautregulierung im Grünland – Schwerpunkt Ampfer“ (ed. Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein), Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft, Irdning, Austria, S. 75–81.
- Prach K *et al.* (2001) The role of spontaneous succession in ecosystem restoration: A perspective. *Appl. Veg. Sci* 4:111–114.
- Zaller J.G (2004) Ecology and non-chemical control of *Rumex crispus* and *Rumex obtusifolius* (*Polygonaceae*). *Weed Research*, 44, 6, p. 414 – 432.
- Zaller J.G (2006) Sheep grazing vs. cutting: Regeneration and soil nutrient exploitation of the grassland weed *Rumex obtusifolius*. *BioControl*, 51, p. 837 – 850.

## Regulácia diverzity zaburineného porastu v horskej oblasti Slovenska

### Adjustment of diversity in weed-infested grassland at a mountain region of Slovakia

Ľubomír Hanzes<sup>1</sup>, Norbert Britaňák<sup>1</sup>, Iveta Ilavská<sup>1</sup>

<sup>1</sup>CVRV- Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva ( Grassland and Mountain Agriculture Research Institute), Regionálne výskumné pracovisko Poprad, ul. SNP 2, 05801 Poprad, Slovakia, hanzes@isternet.sk

#### Abstract

Notable changes in botanical composition of grassland (alliance *Nardo - Agrostion tenuis*) resulted from intensive grazing with big flocks of sheep in the past. The research on changes in biodiversity of poor-quality sward infested with *Deschampsia caespitosa* was carried out at a site within the "Low Tatras National Park". The investigated sward was utilised by cutting during three years. The initial botanical composition comprised 16 species with 32 % dominance of *D. caespitosa* and legume presence nearly zero. Three years later, the proportion of legumes was 12 % and that of *D. caespitosa* markedly decreased. The number of species in sward increased to 25, among them the protected species and those valued as forage. The increased diversity was indicated by the higher Shannon index after three years. As assessed by Gleason index, the similarity between the sward at the beginning and the end of research was 90.58 %. The similarity between the sward quality determined by Jaccard index was lower (57.69 %) after three cutting years. The botanical analyses showed that the proportion of *D. caespitosa* can be reduced by regular cutting to low sward height.

**Keywords:** *Deschampsia caespitosa*, floristické zloženie, dvojkosné využívanie

#### Úvod

Súčasná vegetácia na experimentálnom stanovišti je podmienená zmenou bývalých senníkových lúk na pasienky (odstránenie senníkov, vyrúbanie krov a stromov) a intenzívnym pasiením. V minulosti sa využívaniu stanovišťa venovala veľká pozornosť, pričom tradičným spôsobom hospodárenia sa dorábalo seno na zimné obdobie. Následná dlhodobá pastva veľkých stád oviec podmienila výrazné zmeny floristických pomerov trávneho porastu, s nárastom podielu metlice trsnatej (*Deschampsia caespitosa* (L.) P. Beauv.). Táto fakultatívna burina je trvácna, husto trsnatá tráva, vyskytujúca sa v Európe od nížin až do subalpínskeho stupňa, v Alpách až do 2575 m n.m. (Grau *et al.*, 1998). Cieľom príspevku je zhodnotiť vplyv trojročného využívania infestovaného trávneho porastu na jeho druhové zloženie.

#### Materiál a metódy

Záujmové územie sa nachádza v katastri obce Liptovská Teplička (1390 m n. m.), v národnom parku Nízke Tatry. Porast patrí do zväzu *Nardo - Agrostion tenuis* Sillinger 1933 s dominanciou metlice trsnatej. Základné pôdno-klimatické charakteristiky stanovišťa: priemerné ročné zrážky 900 mm (za VO 500 mm), priemerná ročná teplota 4 °C (za VO 9,5 °C), pôdny typ rendzina typická, plytká na mezozoických karbonátových horninách. Základné agrochemické vlastnosti pôdy: pH 5,59; humus 95,68 g.kg<sup>-1</sup>; N<sub>t</sub> 5,61g.kg<sup>-1</sup>; P 5,33 mg.kg<sup>-1</sup>; K 73,45 mg.kg<sup>-1</sup> a Mg 449,18 mg.kg<sup>-1</sup>. Na stanovišti sme vybudovali stacionárne odberové

miesto veľkosti 4 x 4 m, pričom sme počas troch rokov simulovali dvojkosný režim využívania. Na tomto priestore sme robili vstupnú (rok 2002) a výstupnú (rok 2005) inventarizáciu druhov metódou odhadu celkovej redukovanej projektívnej dominancie. Pri porovnávaní zmien diverzity sme použili Gleasonov index kvantitatívnej ( $IS_{J/G}$ ) a Jaccardov index kvalitatívnej ( $IS_J$ ) podobnosti a Shannonov index diverzity.

## Výsledky a diskusia

V roku 2002 sme v poraste zaznamenali najvyšší podiel tráv (52 %), byliny sa prezentovali 43 % a leguminózy sa vyskytovali len sporadicky (Table 3). Počet druhov v snímke bol 16. Z trávnych druhov jednoznačne dominovala *Deschampsia caespitosa*. Skupinu leguminóz tvorila nízkym výskytom *Trifolium repens* L. a z bylín mali najvyššiu prezenciu *Alchemilla vulgaris* L. (15 %), *Geranium sylvaticum* L. (9 %) a *Hypericum maculatum* CRANTZ. so zastúpením 6 %.

Po trojročnom dvojkosnom režime využívania nastali výrazné zmeny predovšetkým v zastúpení leguminóz, pričom ich podiel vzrástol na 12 % (Table 3). Zastúpenie tráv sa mierne zvýšilo (57 %) a klesol podiel bylín zo 43 % v roku 2002 na 30 % v roku 2005. Celkový počet druhov sa zvýšil na 25. Ku zmene fyziognómie porastu prispeli hlavne trávne druhy, pričom nastalo radikálne zníženie výskytu metlice trsnatej (10 %). Keďže metlica trsnatá patrí medzi hustotrsnaté trávy, ktoré sú charakteristické kompaktnými trsmi s veľkým počtom husto nakopených odnoží, je pri jej eliminácii dôležité narušenie celistvosti trsu, ktoré môžeme dosiahnuť aj nízkou kosbou (HANZES et al., 2006). Naopak zvýšený podiel sme registrovali pri druhoch *Festuca rubra* L. (12 %) a *Phleum montanum* K. KOCH. (23 %). Čel'ad' bôbovítých reprezentovala zvýšenou, 12 % prezenciou *Trifolium repens* a v poraste sme identifikovali aj *Trifolium montanum* L. Uplatnenie týchto druhov je dôsledkom ústupu *Deschampsia caespitosa*, ktorý mal za následok aj výrazné presvetlenie porastu. Po troch rokoch sa z bylín znížil podiel druhov *Alchemilla vulgaris* z 15% na 10 % a *Hypericum maculatum* zo 6 % na 3 %. Vyššie 5 % zastúpenie mal *Cardaminopsis arenosa* (L.) HAYEK a do porastu sa dostali aj nové druhy ako *Arnica montana* L., *Juncus* sp., *Luzula* sp., *Pilosella aurantiaca* (L.) F. W. et SCHULTZ, ale aj zákonom chránený *Crocus heuffelianus* HERB. Vyhodnotením  $IS_{J/G}$  sme zistili podobnosť porastov na začiatku a konci sledovania na 90,58 %. Z hľadiska kvalitatívnej stránky ( $IS_J$ ) bola podobnosť porastov po trojročnom kosnom využití menšia, a to 57,69 % (Tabuľka 1).

**Tabuľka 1.** Indexy podobnosti: Jaccardov index ( $IS_J$ ) a Gleasonov index ( $IS_{J/G}$ )

**Table 1** The similarity indices: Jaccard index ( $IS_J$ ) and Gleason index ( $IS_{J/G}$ )

Indexy podobnosti <sup>1</sup>	$IS_J$	$IS_{J/G}$
	2002	2005
2002	0	<b>90,58</b>
2005	<b>57,69</b>	0

<sup>1</sup> similarity indices

Pri hodnotení porastov podľa Shannonovho indexu diverzity nám v roku 2002 vyšla hodnota 2,01 (Tabuľka 2). V roku 2005, čiže v poraste s vyššou druhovou diverzitou bola hodnota H vyššia (2,29). Z hľadiska vyrovnanosti neboli medzi obidvoma rokmi výrazné rozdiely. Avšak napriek vyššej diverzite v roku 2005 bol index vyrovnanosti nižší (0,71), čo naznačuje mierne zvyšovanie jedného druhu, resp. úzkej skupiny druhov, v našom prípade hlavne *Phleum montanum*, *Festuca rubra* a *Trifolium repens*. O niečo vyššiu hodnotu sme zaznamenali v prvom roku (0,73), kedy v poraste výrazne dominovala *Deschampsia caespitosa*.

**Tabuľka 2.** Shannonov index diverzity a vyrovnanosti**Table 2** Shannon index of diversity and evenness

Rok <sup>1</sup>	index diverzity (H) <sup>2</sup>	index vyrovnanosti (J) <sup>3</sup>
2002	2,01	0,73
2005	2,29	0,71

<sup>1</sup> years, <sup>2</sup> index of diversity (H), <sup>3</sup> index of evenness (J)

**Záver**

Trojročné dvojkosné využívanie porastu infestovaného metlicou trsnatou podmienilo výrazné floristické zmeny. Zvýšil sa počet druhov, vzrástol podiel leguminóz a znížilo sa zastúpenie metlice trsnatej. Pri potláčaní metlice trsnatej a udržiavaní jej výskytu na prijateľnej úrovni je jedným z možných opatrení pravidelné kosné využívanie porastu.

**Literatúra**

Grau J *et al.* (1998) *Trávy*, Ikar, Bratislava, 287 pp.

Hanzes L *et al.* (2006) *Metlica trsnatá – fakultatívna burina trávnych porastov. Naše pole* 10, 32 – 33.

**Tabuľka 3.** Floristické zloženie porastu v rokoch 2002 a 2005**Table 3** Botanical composition of grassland in 2002 and 2005

Skupina druh <sup>1</sup>	2002	2005
trávy <sup>2</sup>	52	54
leguminózy <sup>3</sup>	+	12
ostaté lúčne byliny <sup>4</sup>	43	30
prázdne miesta <sup>5</sup>	5	4
<i>Agrostis tenuis</i>	6	3
<i>Deschampsia caespitosa</i>	32	10
<i>Festuca rubra</i>	+	12
<i>Nardus stricta</i>	+	+
<i>Phleum montanum</i>	8	23
<i>Phleum pratense</i>	-	2
<i>Poa pratensis</i>	6	4
<i>Trifolium montana</i>	-	+
<i>Trifolium repens</i>	+	12
<i>Alchemilla vulgaris</i>	15	10
<i>Arnica montana</i>	-	+
<i>Cardaminopsis arenosa</i>	+	5
<i>Crepis conyzifolia</i>	5	1
<i>Crocus heuffelianus</i>	-	+
<i>Cruciata glabra</i>	-	6
<i>Geranium sylvaticum</i>	9	-
<i>Hypericum maculatum</i>	6	3
<i>Juncus</i> sp.	-	+
<i>Luzula</i> sp.	-	+
<i>Pilosella aurantiaca</i>	-	1
<i>Potentilla erecta</i>	-	+
<i>Ranunculus acris</i>	3	3
<i>Rumex alpinus</i>	3	1
<i>Stellaria graminea</i>	-	+
<i>Veronica chamaedrys</i>	2	+
<i>Viola lutea</i>	+	+

<sup>1</sup> group, species, <sup>2</sup> grasses, <sup>3</sup> legumes, <sup>4</sup> other herbs, <sup>5</sup> bare ground

## Vplyv intenzity obhospodarovania na kvalitu a výživnú hodnotu fytomasy trvalého trávneho porastu

### Effects of management intensity on quality and nutritive value of permanent grassland phytomass

Daša Beňová, Mariana Jančová, Miroslav Polák, Štefan Pollák

CVRV – Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva (Grassland and Mountain Agriculture Research Institute), Mládežnícka 36, 974 21 Banská Bystrica, Slovakia  
jancova@vutphp.sk, benova@vutphp.sk, polak@vutphp.sk, pollak@vutphp.sk

#### Abstract

Over 2011 – 2012, a research was performed at permanent grassland (“Suchý vrch” site). The research objective was to study effects of different management intensity on botanical composition of sward as well as on the quality and nutritive value of herbage. The research trial was established by the standard method of long plots and comprised four replicates of five treatments (two treatments with two-cut sward utilization, two treatments with one-cut sward utilization and the control treatment without any management). During the research years, a significant decrease ( $r = -0.7268^{++}$ ) was found in the number of plant species. There were also changes in the percentage proportion of grasses ( $r = 0.7286^{++}$ ) and legumes ( $r = -0.8506^{++}$ ) in sward. The effects of reduced intensity of sward management were manifested as the decrease in the content of crude protein ( $r = -0.5621^{++}$ ) and also in the content of protein digested in the small intestine when nitrogen is limiting (PDIN;  $r = -0.5620^{++}$ ), but the increase was recorded in the content of dry matter ( $r = 0.4591^{++}$ ) and fibre ( $r = 0.7087^{++}$ ). The crude protein content was significantly higher and the fibre content was significantly lower at both of the two-cut treatments and one of the one-cut treatments than at the control treatment.

**Keywords:** sward management intensity, permanent grassland, nutrient content, herbage quality, nutritive value, botanical composition

#### Úvod

Zmeny vo využívaní trávnych porastov nepredstavujú riziko len pri ich intenzívnom využívaní s dôsledkom na redukciu biodiverzity, ale aj zníženie intenzity využívania alebo absencia využívania negatívne vplyva na premenu krajiny, pričom sa prejavuje zvlášť v horských oblastiach. Mnohé trávne druhy a ich spoločenstvá môžu v krajine existovať len vďaka dlhodobému a sústavnému pôsobeniu antropických vplyvov (pasenie, kosenie). Ak trávne porasty ponecháme bez využívania umožníme priebeh sukcesie, ktorej dôsledkom môže byť úplné vymiznutie niektorých druhov a spoločenstiev z biotopov. Pri znížení intenzity využívania, resp. jeho absencie, dochádza k výraznému poklesu diverzity lúčnych porastov, pričom sa v poraste začínajú presadzovať krmovinársky málo hodnotné druhy tráv a bylín (Novák, 2008).

#### Materiál a metódy

Pokus bol založený štandardnou metódou dlhých dielov, v piatich variantoch a v štyroch opakovaníach na stanovišti Suchý vrch, kataster Radvaň, okres Banská Bystrica v nadmorskej výške 480 m n. m. v mierne teplej agroklimatickej oblasti. Na experimentálnej ploche sa



nachádzala hlinitá pôda, kambizemového typu a andezitový geologický substrát, pH pôdy bolo 6,09 a obsah humusu 73,22 g.kg<sup>-1</sup>.

Prehľad pokusných variantov: 1. variant - dvojkosný systém využívania s likvidáciou fytomasy z parcely v oboch kosbách, 2. variant - dvojkosný systém využívania s likvidáciou fytomasy z parcely v 1. kosbe a s ponechaním fytomasy na parcele v 2. kosbe, 3. variant - jednokosný systém s likvidáciou fytomasy z parcely, 4. variant - jednokosný systém s ponechaním fytomasy na parcele, 5. variant - neobhospodarovaná plocha s pôvodným porastom. Termíny využitia sa odvíjali od stavu porastu vo vegetácii (fenologickej fázy klasenia prevládajúceho druhu tráv). Floristické zloženie porastu sme určili v termíne každej kosby metódou redukovanej projektívnej dominancie (%) podľa Klappa (1965). Vo fytomase odobratej z každého variantu v termíne prvej a druhej kosby sme laboratórne stanovili obsah: sušiny (gravimetricky), N-látok (Kjeldalovou metódou N x 6,25) a vlákničky (Hanneberg-Stolmann). Na základe laboratórne stanoveného obsahu živín sme podľa rovníc uvedených v prílohe č. 8 Výnosu Ministerstva pôdohospodárstva Slovenskej republiky č. 39/1/2002-100 vypočítali výživnú hodnotu fytomasy vyjadrenú ukazovateľmi PDIN a NEL.

## Výsledky a diskusia

Trvalý trávny porast na pokusnej ploche sme na základe druhového zloženia zaradili do asociácie *Arrhenatheretum elatioris trisetetosum pratensis* Horvatic 1930 zväzu *Arrhenatherion*. Na stavbe spoločenstva sa v oboch pokusných rokoch podieľali najmä *Arrhenatherum elatius*, *Trisetum flavescens*, *Dactylis glomerata*, *Trifolium repens*, *Taraxacum officinale* a *Achillea millefolium*. V pokusnom poraste mali dominantné zastúpenie trávy (51 %), bôbovité sa na poraste priemerne podieľali 16 % a byliny 32 %, zaznamenali sme celkovo 34 druhov. V druhom pokusnom roku sme zistili stúpajúcu tendenciu zastúpenia tráv (44 % - 56 %) a klesajúcu tendenciu zastúpenia d'atelinovín (22 % - 10 %) od prvého po piaty variant (tabuľka 1).

**Tabuľka 1. Analýza rozptylu a Tukey HSD test botanického zastúpenia (%)**  
**Table 1. Botanical composition (%) - analysis of variance and Tukey HSD test**

	<sup>1</sup> Priemerné hodnoty	<sup>2</sup> Prázdne miesta	<sup>3</sup> Bôbovité	<sup>4</sup> Trávy	<sup>5</sup> Byliny	<sup>6</sup> Počet druhov (ks)
<sup>7</sup> rok	1	1,40	17,60	47,20	33,80	34
	2	2,20	13,40	54,00	30,20	34
<sup>8</sup> kosba	1	2,30	14,90	50,70	31,90	34
	2	1,30	16,10	50,50	32,10	34
<sup>9</sup> variant	1	1,75	22,25	44,25	31,25	35
	2	0,75	19,75	48,00	31,50	37
	3	2,50	14,00	50,75	32,75	35
	4	2,00	11,50	53,75	32,75	33
	5	2,00	10,00	56,25	31,75	31
<sup>10</sup> Hd ( <sup>7</sup> rok, <sup>8</sup> kosba) 0,05	0,556	1,878	2,391	1,837	1,756	
<sup>10</sup> Hd ( <sup>7</sup> rok, <sup>8</sup> kosba) 0,01	0,775	2,618	3,334	2,562	2,449	
<sup>10</sup> Hd ( <sup>9</sup> variant) 0,05	1,284	4,337	5,522	4,243	4,057	
<sup>10</sup> Hd ( <sup>9</sup> variant) 0,01	1,632	5,515	7,023	5,396	5,159	
<sup>7</sup> rok		++	++	++	+	-
<sup>8</sup> kosba		++	-	-	-	-
<sup>9</sup> variant		++	++	++	-	++

Tukeyov test (Tukey test): – nepreukazné (non-significant); + preukazné (significant)

P < 0,05; ++ preukazné (significant) P < 0,01

<sup>1</sup>Mean values; <sup>2</sup>bare ground; <sup>3</sup>legumes; <sup>4</sup>grasses; <sup>5</sup>herbs; <sup>6</sup>number of species; <sup>7</sup>year (1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup>);

<sup>8</sup>cut (1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup>); <sup>9</sup>treatment (1 to 5); <sup>10</sup>threshold limit

V percentuálnom zastúpení druhov bylín sme v rámci kosieb a ani variantov nezaznamenali preukazné rozdiely, vyššie zastúpenie bylín (34 %) sme zistili v prvom pokusnom roku. Porovnaním pokusných rokov sme zaznamenali preukazný pokles počtu druhov vplyvom zníženej intenzity obhospodarovania ( $r = -0,7268^{++}$ ) pri sledovaných variantoch, zmenilo sa tiež percentuálne zastúpenie skupiny tráv ( $r = 0,7286^{++}$ ) a bôbových ( $r = -0,8506^{++}$ ). Redukciu počtu rastlinných druhov pri extenzívnom obhospodovaní potvrdzujú aj výsledky Nováka (2008). Najnižšie rozdiely v percentuálnom zastúpení hodnotených agrobotanických skupín počas pokusného obdobia sme zistili pri 1. variante, oproti tomu sme v 5. variante zaznamenali preukazný nárast percentuálneho zastúpenia tráv a pokles zastúpenia d'atelinových (tabuľka 3). Pri hodnotení obsahu živín v čerstvej fytomase sme preukazne najnižšie hodnoty obsahu sušiny ( $P < 0,05$ ) zaznamenali pri 1. variante ( $285,45 \text{ g.kg}^{-1}$ ), najvyššie hodnoty sušiny pôvodnej hmoty  $331,95 \text{ g.kg}^{-1}$  boli stanovené v 5. variante (tabuľka 2).

**Tabuľka 2. Analýza rozptylu a Tukey HSD test obsahu živín a výživnej hodnoty fytomasy**

**Table 2. Nutrient content and nutritive value of herbage - analysis of variance and Tukey HSD test**

<sup>1</sup> Priemerné hodnoty		<sup>2</sup> Sušina pôvodnej hmoty ( $\text{g.kg}^{-1}$ )	<sup>3</sup> N - látky	<sup>4</sup> Vláknina ( $\text{g.kg}^{-1}$ sušiny)	<sup>5</sup> PDIN	<sup>6</sup> NEL ( $\text{MJ.kg}^{-1}$ sušiny)	<sup>7</sup> PMP ( $\text{kg FCM}$ )	
							<sup>7</sup> PMP <sub>NEL</sub>	<sup>8</sup> PMP <sub>PDI</sub>
<sup>8</sup> rok	1	288,41	110,44	222,77	68,84	5,34	1,71	1,38
	2	320,62	100,30	236,56	62,52	5,36	1,71	1,25
<sup>9</sup> kosba	1	302,62	107,54	224,85	67,03	5,43	1,74	1,34
	2	306,42	103,20	234,48	64,33	5,27	1,68	1,29
<sup>10</sup> variant	1	285,45	111,18	214,11	69,30	5,34	1,71	1,39
	2	294,93	110,60	215,28	68,94	5,37	1,72	1,38
	3	305,67	106,26	221,96	66,24	5,32	1,70	1,32
	4	304,59	103,26	236,99	64,36	5,35	1,71	1,29
	5	331,95	95,55	260,01	59,56	5,36	1,71	1,19
<sup>11</sup> Hd ( <sup>8</sup> rok, <sup>9</sup> kosba) 0,05		16,012	4,032	8,683	2,513	0,025	0,008	0,050
<sup>11</sup> Hd ( <sup>8</sup> rok, <sup>9</sup> kosba) 0,01		21,526	5,421	11,674	3,379	0,034	0,011	0,068
<sup>11</sup> Hd ( <sup>10</sup> variant) 0,05		35,916	9,045	19,478	5,638	0,057	0,018	0,113
<sup>11</sup> Hd ( <sup>10</sup> variant) 0,01		44,001	11,081	23,862	6,907	0,069	0,022	0,138
<sup>8</sup> rok		++	++	-	++	+	+	++
<sup>9</sup> kosba		++	-	++	+	++	++	+
<sup>10</sup> variant		-	++	++	++	-	-	++

Tukeyov test (Tukey test): - nepreukazné (non-significant); + preukazné (significant)

$P < 0,05$ ; ++ preukazné (significant)  $P < 0,01$

<sup>1</sup>Mean values; <sup>2</sup>fresh herbage DM content; <sup>3</sup>crude protein; <sup>4</sup>fibre content;

<sup>5</sup>protein digested in the small intestine when nitrogen is limiting; <sup>6</sup>net energy for lactation; <sup>7</sup>productive milk potential;

<sup>8</sup>year (1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup>); <sup>9</sup>cut (1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup>); <sup>10</sup>treatment (1 to 5); <sup>11</sup>threshold limit

Vplyv intenzity obhospodarovania na obsah sušiny sme potvrdili korelačnou závislosťou  $y = 10,264x + 273,72$  a korelačným koeficientom  $r = 0,4591^{++}$ . S vyšším obsahom sušiny sa v jednotlivých variantoch znižoval obsah N-látok ( $r = -0,7561^{++}$ ) a zvyšoval obsah vlákniny ( $r = 0,7344^{++}$ ). S vývojom krmovín dochádza k poklesu obsahu N-látok, NEL a PDIN, pričom sa obsah sušiny zvyšuje (Míka a kol., 1997). Zníženie intenzity obhospodarovania trávneho porastu malo vplyv aj na pokles obsahu N-látok ( $r = -0,5621^{++}$ ) a zvýšenie obsahu vlákniny ( $r = 0,7087^{++}$ ) v pokusnom poraste. Toto zistenie korešponduje s výsledkami zaznamenanými Kováčikovou (2012). Dvojkosne využívané varianty mali preukazne ( $P < 0,01$ ) vyšší obsah N-látok a nižší obsah vlákniny ako 5. variant. Tretí variant, ktorý sa využíval jednokosným systémom mal vyšší ( $P < 0,05$ ) obsah N-látok ( $106,26 \text{ g.kg}^{-1}$  sušiny) a nižší ( $P < 0,01$ ) obsah vlákniny ( $221,96 \text{ g.kg}^{-1}$  sušiny) ako 5. variant. Pri obsahu vlákniny sme zaznamenali preukazné rozdiely aj medzi 1 : 4, 2 : 4 a 4 : 5 variantmi (tabuľka 3).

Zaznamenali sme štatisticky preukazné rozdiely ( $P < 0,01$ ) medzi 1 : 5 a 2 : 5 variantmi v obsahu PDIN. Znižovanie obsahu ukazovateľov bielkovinovej hodnoty so znižovaním intenzity obhospodarovania trávnych porastov sme potvrdili aj korelačnou závislosťou  $y = -2,4054x + 72,896$  a korelačným koeficientom  $r = -0,5620^{++}$ . Najvyššie hodnoty PDIN ( $69,30 \text{ g.kg}^{-1}$  sušiny) sme zistili pri 1. variante, oproti tomu mal kontrolný variant preukazne najnižší obsah PDIN ( $59,56 \text{ g.kg}^{-1}$  sušiny). Vyššie hodnoty ( $P < 0,01$ ) NEL sme zaznamenali v 1. kosbe oproti kosbe druhej. Pri hodnotení teoretickej produkčnej účinnosti vyjadrenej  $\text{PMP}_{\text{PDI}}$  sme zaznamenali lineárny pokles hodnôt od 1. variantu po 5. variant. Vyššími ( $P < 0,01$ ) hodnotami  $\text{PMP}_{\text{PDI}}$  ( $1,39 \text{ kg FCM}$  a  $1,38 \text{ kg FCM}$ ) sa vyznačovali varianty s dvojkosným využitím (tabuľka 2).

**Tabuľka 3. Analýza rozptylu obsahu živín, výživnej hodnoty a botanického zastúpenia medzi variantmi**  
**Table 3. Analysis of variance for the parameters of nutrient content and nutritive value and the proportional botanical composition at the treatments**

<sup>1</sup> Parameter	<sup>2</sup> Variant									
	1 : 2	1 : 3	1 : 4	1 : 5	2 : 3	2 : 4	2 : 5	3 : 4	3 : 5	4 : 5
<sup>3</sup> Sušina pôv. hmoty	-	-	-	++	-	-	+	-	-	-
<sup>4</sup> N-látky	-	-	-	++	-	-	++	-	+	-
<sup>5</sup> Vláknina	-	-	+	++	-	+	++	-	++	+
<sup>6</sup> PDIN	-	-	-	++	-	-	++	-	+	-
<sup>7</sup> $\text{PMP}_{\text{PDI}}$	-	-	-	++	-	-	++	-	+	-
<sup>8</sup> Prázdne miesta	-	-	-	-	++	-	-	-	-	-
<sup>9</sup> Bôbovité	-	++	++	++	++	++	++	-	-	-
<sup>10</sup> Trávy	-	+	++	++	-	+	++	-	-	-
<sup>11</sup> Počet druhov	-	-	-	+	-	-	++	-	+	-

Tukeyov test (Tukey test): – nepreukazné (non-significant); + preukazné (significant)

$P < 0,05$ ; ++ preukazné (significant)  $P < 0,01$

<sup>1</sup>parameter; <sup>2</sup>treatment; <sup>3</sup>fresh herbage DM content; <sup>4</sup>crude protein; <sup>5</sup>fibre content; <sup>6</sup>protein digested in the small intestine when nitrogen is limiting; <sup>7</sup>productive milk potential; <sup>8</sup>bare ground; <sup>9</sup>legumes; <sup>10</sup>grasses; <sup>11</sup>number of species

## Záver

Vyhodnotením výsledkov z pokusných rokov sme vplyvom zníženej intenzity obhospodarovania zaznamenali pokles počtu druhov, nárast percentuálneho zastúpenia skupiny tráv a pokles percentuálneho zastúpenia d'atelinovín pri sledovaných variantoch. Fytomasa trávneho porastu v systéme dvojkosného využívania (variant 1 a 2) mala vyšší obsah N-látok a PDIN a nižší obsah vlákniny ako varianty 3, 4 (jednokosný systém využívania). Najnižšiu kvalitu a výživnú hodnotu sme zaznamenali pri neobhospodarovanom variante.

## Literatúra

- Klapp E (1965) Grünlandvegetation und Standort. Berlin: Verlag Paul Parey Hamburg, 1965, 384 s.  
 Kováčiková Z (2012) Vplyv diferencovaného využívania TTP na kvalitu krmu a ekológiu krajiny. Dizertačná práca. 156 s.  
 Míka V *et al.* (1997) *Kvalita píce*. I. vydanie. Praha: Ústav zemédelských a potravinárskych informácií, 1997, 227. ISBN 80-96153-59-2.  
 Novák J (2008) Pasienky, lúky a trávniky. Patria I. spol. s.r.o.: Prievidza, 2008, 708 s. ISBN 978-80-85674-23-1.

## Pod'akovanie

Tento príspevok bol spracovaný vďaka podpore Operačného programu Výskum a vývoj v rámci EÚ, ITMS 26220220042 „Manuál prátotechniky pre raticovú zver a priaznivý stav životných podmienok Tetraova hôľneho vo vysokohorských oblastiach“ spolufinancovaného zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

## **Dôsledky zmien vo využívaní krajiny a krajinnej pokrývky na plnenie environmentálnych funkcií a služieb trávnych porastov v krajine**

### **Impact of land-use and land-cover changes on grasslands environmental functions and services in landscape**

Radoslava Kanianska<sup>1</sup>

<sup>1</sup>UMB – Fakulta prírodných vied, Katedra životného prostredia (Department of Environmental Science, Faculty of Natural Sciences, Matej Bel University in Banská Bystrica), Tajovského 40, 974 01 Banská Bystrica, Slovakia, [Radoslava.Kanianska@umb.sk](mailto:Radoslava.Kanianska@umb.sk)

#### **Abstract**

The development in permanent grasslands areas during the period of 224 years was analysed. Three study sites located in various natural conditions of Slovakia were selected, cadastre of Kráľov Brod (KB), mountains cadastres Očová and Dúbravy (OD), Liptovská Tepička (LT). Spatial data derived from historical maps were used in comparison to recent data received by Remote Sensing technology. The results showed that the area of permanent grasslands has undergone significant changes during the 224 years. At KB, permanent grasslands decreased from 52.7 % in 1782 to 0.7 % in 2006 and converted into arable land. At LT, permanent grasslands decreased from 31.8 % in 1782 to 11.7 % in 2006 and converted into forest land. At OD, permanent grasslands decreased from 20.4 % in 1782 to 16.2 % in 2006. The land-use changes contributed also to the changes in environmental functions and services offered by existing ecosystems.

**Keywords:** land-use changes, land-cover changes, environmental functions, permanent grasslands

#### **Úvod**

Trávne porasty sú najrozšírenejším biotopom na svete, pokrývajú 40.5 % zemského povrchu (Suttie at al., 2005). V roku 2006 TTP pokrývali v EÚ 33% (EUROSTAT, 2010) a v SR takmer 11 % z celkovej rozlohy (ŠÚ SR, 2013).

Trávne porasty plnia mnoho environmentálnych funkcií a služieb v krajine, ktorých základom sú ekosystémové vlastnosti trávnych porastov. Zmeny vo využívaní krajiny, odrážajúce sa v zmenách krajinnej pokrývky, podmieňujú aj zmeny v environmentálnych funkciách a službách poskytovaných prítomnými ekosystémami. Hlavným aktérom zmien krajinnej pokrývky je človek, ktorý svojou činnosťou výrazne mení pôvodný prirodzený ráz krajiny. Obhospodarovaním pôd človek zmenil pôvodný vegetačný kryt krajiny a podmienil ďalšie zmeny vodného, vzdušného a tepelného režimu pôd (Bedrna, 2002), ktoré majú dosah na ďalšie ekosystémové vlastnosti, funkcie a služby.

#### **Materiál a metódy**

Ako materiál boli použité údaje z historických a súčasných mapových podkladov. Boli vytvorené digitálne vrstvy krajinnej pokrývky z historických mapových podkladov (I., II., III. Vojenské mapovanie Uhorska a československé topografické mapovanie) a vrstiev diaľkového pozorovania Zeme, z ktorých sa analyzovali zmeny v rozlohe trvalých trávnych

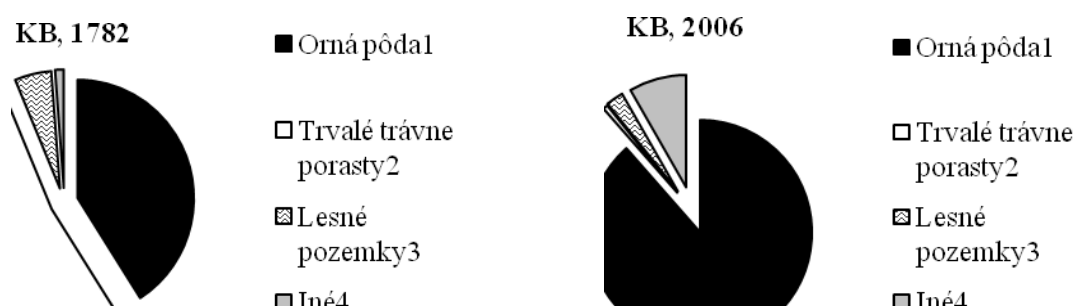
porastov (TTP) v rozpätí 224 rokov. Pre porovnanie boli vybraté tri lokality umiestnené v rôznych prírodno-klimatických pomeroch Slovenska: katastrálne územie Liptovská Teplička (LT), Očová a Dúbravy (OD) a Kráľov Brod (KB).

## Výsledky a diskusia

Na základe získaných údajov sme zistili, že v roku 1782 v KB dominovali trávne porasty, ktoré zaberali 53 % z celkového sledovaného územia. Orná pôda tvorila 41 % a lesy 5 % územia. Zmeny krajinej pokrývky spôsobili, že v roku 2006 získala dominantné postavenie v KB orná pôda s 89 % zastúpením. Lesy zaberali ani nie 2 % územia a TTP nedosiahli ani 1 % zastúpenie (Obrázok 1).

**Obrázok 1.** Kategórie pozemkov v KB v roku 1782 a 2006 (v %).

**Figure 1** Land-use categories at KB in 1782 and 2006 (in %).

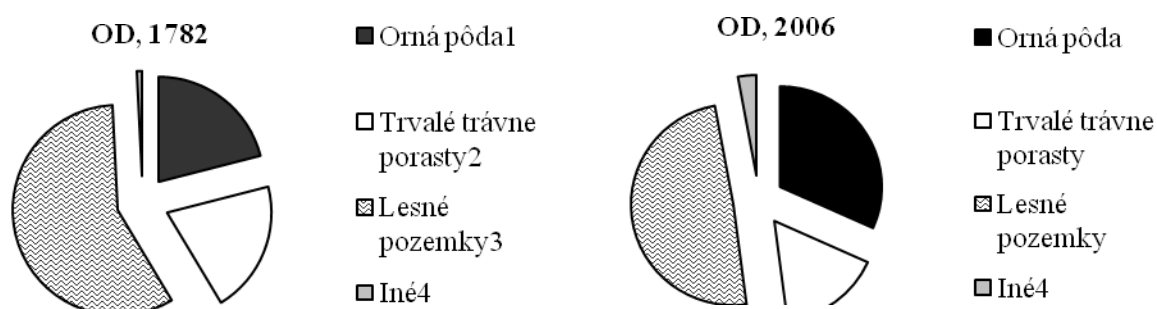


<sup>1</sup>arable land, <sup>2</sup>permanent grasslands, <sup>3</sup>forest land, <sup>4</sup>others

V OD v roku 1782 dominovali lesy, ktoré zaberali 58 %, orná pôda predstavovala 21 % a TTP 20 %. V roku 2006, lesy zaberali 49 % z územia, orná pôda 32 % a TTP 16 % (Obrázok 2).

**Obrázok 2.** Kategórie pozemkov v OD v roku 1782 a 2006 (v %).

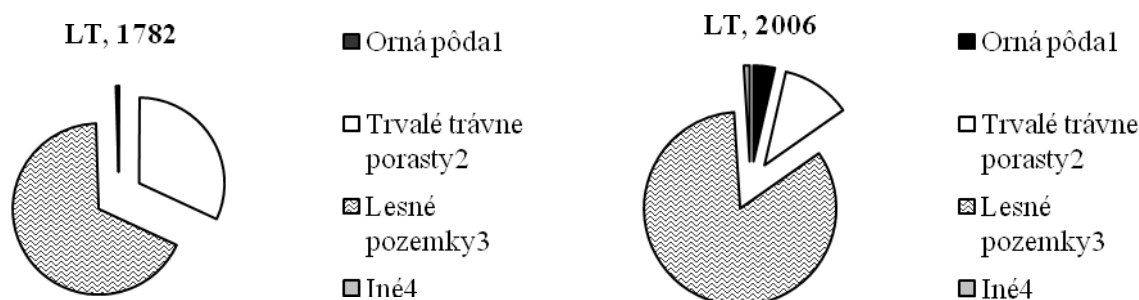
**Figure 2** Land-use categories at OD in 1782 and 2006 (in %).



<sup>1</sup>arable land, <sup>2</sup>permanent grasslands, <sup>3</sup>forest land, <sup>4</sup>others

V LT v roku 1782 dominovali lesy, ktoré zaberali 68 % územia. TTP tvorili takmer 32 % územia a orná pôda sa takmer nevyskytovala. V roku 2006 sa výmera lesov rozrástla na 84 %, TTP tvorili 12 % a výmera ornej pôdy sa zväčšila na takmer 4 % (Obrázok 3).

**Obrázok 3.** Kategórie pozemkov v LT v roku 1782 a 2006 (v %).  
**Figure 3** Land-use categories at LT in 1782 and 2006 (in %).



<sup>1</sup>arable land, <sup>2</sup>permanent grasslands, <sup>3</sup>forest land, <sup>4</sup>others

Nami zistené výsledky ukázali, že v priebehu 224 ročného obdobia dochádzalo k neustálym a výrazným zmenám v rozlohe TTP na sledovaných územiach (Tabuľka 1).

**Tabuľka 1.** Zmeny vo výmere trávnych porastov na troch vybratých lokalitách v období 1782 – 2006 (v %).

**Table 1** Changes in grasslands areas at three selected localities during 1782 – 2006 (in %).

Spôsob využívania <sup>1</sup>	Lokalita <sup>2</sup>	Rok <sup>3</sup>						
		1782	1846	1876	1956	1990	2000	2006
Trvalé trávne porasty <sup>4</sup>	KB	52.7	27.5	10.1	0.7	0.8	0.6	0.7
	OD	20.4	27.7	25.8	31.2	16.8	16.3	16.2
	LT	31.8	19.0	16.5	19.5	13.7	13.3	11.7

<sup>1</sup> land-use category, <sup>2</sup> study site, <sup>3</sup> year, <sup>4</sup> permanent grasslands

V porovnaní rokov 1782 až 2006, bol na lokalite KB zaznamenaný najvýraznejší úbytok v rozlohe TTP, a to z 52,7 % na 0,7 % z celkovej výmery sledovaného územia. V horskom území LT tiež došlo, ale k menej výraznému poklesu výmery TTP, z 31,8 na 11,7 % z celkovej výmery územia. Najmenšia zmena bola zaznamenaná na OD lokalite, z 20,4 na 16,2 %. Na lokalitách KB a LT mali zmeny v období 224 rokov kontinuálny klesajúci charakter. Na lokalite OD nebol v tomto období zaznamenaný jednotný trend. V období rokov 1782 až 1956 bol pozorovaný kontinuálny nárast výmery TTP, potom však došlo k poklesu výmery TTP.

Zmeny vo využívaní pozemkov, ktorých dôsledok bol pokles výmery TTP na všetkých troch lokalitách, významne prispeli aj k zmenám vlastností, funkcií a služieb poskytovaných existujúcimi ekosystémami. Trávne porasty plnia mnohé environmentálne funkcie a služby. Medzi hlavné patrí produkčná funkcia, udržiavanie biodiverzity, sekvestrácia CO<sub>2</sub>, ochrana a tvorba pôdy a pôdnej úrodnosti, ochrana pôdy pred eróziou, regulácia kolobehu živín a prvkov, regulácia vodného režimu, zmierňovanie následkov sucha a povodní, detoxikácia a rozklad cudzorodých látok a odpadov, stabilizácia klímy, regulácia patogénov. Plnením týchto funkcií trávne porasty významne prispievajú aj k zmierňovaniu aktuálnych environmentálnych problémov. Napriek tomu, že poľnohospodárska činnosť človeka na jednej strane prispieva k rôznym environmentálnym problémom, ako napríklad zvýšeniu lokálnych koncentrácií dusíka v pôde a vode, či zvýšeniu lokálnych emisií metánu a amoniaku v ovzduší, ktoré prispievajú k zvýšeniu koncentrácií emisií skleníkových plynov v atmosfére (Leip a kol., 2008), na strane druhej, kultivácia a obhospodarovanie pôdy človekom napomáha k udržiavaniu mnohých environmentálnych funkcií. Takto trávne porasty zohrávajú pozitívnu úlohu aj v prípade terestriálnej sekvestrácie CO<sub>2</sub>. Táto je

posudzovaná zo strany vedeckej obce ako vhodné riešenie nielen pri zmierňovaní dôsledkov klimatickej zmeny, ale aj pre zvyšovanie pôdnej úrodnosti (Smith a kol, 2007).

V terestriálnych ekosystémoch je množstvo uhlíka v pôde zvyčajne vyššie ako vo vegetácii. Rôzne formy využívania pozemkov vplyvajú na množstvo zásob organického uhlíka v pôde (Davidson, Ackerman, 1993). K jeho významným stratám dochádza najmä konverziou prirodzených ekosystémov a ich následnou kultiváciou, napríklad premenou trávnych porastov na ornú pôdu. Naopak po ukončení intenzívneho obhospodarovania ornej pôdy a jej premeny na extenzívne trvalé porasty, dochádza k postupnej akumulácii uhlíka v pôde (Post, Kwon, 2000). Nemalý vplyv na zásoby organického uhlíka v pôde majú aj formy hospodárenia. Reeder a Schuman (2002) zaznamenali v pôdach na spásaných pasienkoch výrazne vyšší obsah organického uhlíka ako na porastoch nespásaných. Čiastočne to vysvetľujú ako dôsledok rýchlejšej obnovy nadzemnej biomasy porastu a redistribúcie uhlíka v systéme pôda – rastlina následkom zmien v druhovom zložení rastlín.

## Záver

Zistené výsledky ukázali, že antropogénna činnosť človeka podmieňovala aj v minulosti na našom území výrazné zmeny krajinej pokrývky. Tie ďalej ovplyvnili rozsah a účinnosť ekosystémových funkcií a služieb v sledovaných územiach. Na nami sledovaných územiach došlo v 224 ročnom období k signifikantnému poklesu výmery trvalých trávnych porastov a tak aj k poklesu rozsahu funkcií a služieb, ktoré tieto trávne porasty poskytujú

## Literatúra

Bedrna Z (2002) Environmentálne pôdoznanectvo. VEDA vydavateľstvo SAV, 352 s., ISBN 80-224-0660-0.

EUROSTAT (2013) Agri-environmental statistics. Available from:

[http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics\\_explained/index.php/Agri-environmental\\_statistics](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php/Agri-environmental_statistics)

Davidson E.A and Ackerman I.L (1993) Changes in soil carbon inventories following cultivation of previously untilled soils. *Biogeochemistry*. 20: 161-193.

Leip A *et al.* (2008) Linking an economic model for European agriculture with a mechanistic model to estimate nitrogen and carbon losses from arable soils in Europe. *Biogeosciences*. 5:73-94

Post W.M and Kwon K.C (2000) Soil carbon sequestration and land-use change: processes and potential. *Global Change biology*. 6: 317-327.

Reeder J.D and Schuman G.E (2002) Influence of livestock grazing on C sequestration in semi-arid mixed-grass and short-grass rangelands. *Environmental Pollution*, 116 (3): 457-463. ISSN 0269-7491

Smith P. *et al.* (2007) Agriculture. In *Climate Change 2007: Mitigation*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, 2007.

Suttie J.M *et al.* (2005) Grasslands of the World. Plant Production and Protection Series No. 34, FAO 2005. ISBN 92-5-105337-5.

Štatistický úrad Slovenskej republiky (2013) Slovstat on line. Dostupné na:

[http://www.statistics.sk/pls/elisw/objekt.send?uic=1950&m\\_sso=6&m\\_so=14&ic=290](http://www.statistics.sk/pls/elisw/objekt.send?uic=1950&m_sso=6&m_so=14&ic=290)

## Možnosti využitia extenzívnych trávnych porastov na pestovanie brusnice pravej (*Vaccinium vitis-idaea* L.)

### Possibilities of using extensive grassland areas for growing lingonberry (*Vaccinium vitis-idaea* L.)

Michal Medvecký, Ján Daniel

CVRV – Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva (Grassland and Mountain Agriculture Research Institute), Mládežnícka 36, 974 21 Banská Bystrica; Výskumné pracovisko (Research Station) Krivá, 027 55 Krivá 62, Slovakia; scpv@orava.sk

#### Abstract

A research was carried out with the aim to study a possibility to grow lingonberry (*Vaccinium vitis-idaea* L.) in the flysch-belt region of northern Slovakia. Productivity and adaptability were studied in one lingonberry cultivar (Koralle) at Krivá site (altitude 634 m). In Slovakia, this wild-berry fruit picking is very popular, but planting and growing it is not well-known, though it is quite common abroad. The research data showed that *V. vitis-idaea* could be grown successfully in the northern mountain regions of Slovakia and bring efficient and environment-friendly utilisation of their poor acid soils with low fertility. The investigated *V. vitis-idaea* cultivar Koralle was found to be suitable for growing at commercial plantations. In 2009, the berry yield was 468.g per plant.

**Keywords:** *Vaccinium vitis-idaea* L., production, low-fertility soils

#### Úvod

Brusnice svojím nutričným zložením patria medzi najzdravšie druhy ovocia vo svete. Plody brusnice pravej obsahujú vitamíny, minerálne látky a farbivá (antokyány), ktoré majú mimoriadne priaznivý vplyv na ľudský organizmus. Zvyšujú obranyschopnosť organizmu (fytoestrogény). Z minerálnych látok je v plodoch najviac zastúpený draslík, menej vápnik, horčík a fosfor. Obsahujú cukry, provitamín A, vitamíny C a P, farbivá (flavonoidy, antokyány), triesloviny, pektíny, organické kyseliny a glykozidy (arbutín) (Hričovský et al., 2004). Brusnice sa vyznačujú vysokou antioxidačnou aktivitou. Slovensko má dostatok extrémne kyslých pôd na zintenzívnenie pestovania brusnice pravej. Pestovanie brusnice pravej je len v začiatkoch, pričom jedným z dôvodov je aj úzky sortiment odrôd. Brusnica pravá má predpoklad stať sa perspektívnym ovocným druhom pre tie najkyslejšie a najchudobnejšie pôdy horských oblastí Slovenska.

#### Materiál a metódy

Brusnice oproti iným ovocným druhom majú špecifické požiadavky na pestovateľské podmienky. Optimálne sú priepustné, piesočnaté až piesočnatohlinité alebo rašelinné pôdy, s extrémne kyslou pôdnou reakciou (optimálne 3,5 - 4,5 pH v KCl) a stredným až vysokým obsahom humusu (nad 3 %). Sú to plytko koreniace druhy s menšími nárokmi na vlhku. Veľmi citlivé sú však na zamokrenie. Vyžadujú dostatok svetla. Lokalita, kde sú založené pokusy sa nachádza na severnom Slovensku v katastri obce Krivá. Priemerná ročná teplota v oblasti je 6°C a ročný úhrn zrážok 900 mm. Pokusné stanovište s



odrodami brusnice pravej sa nachádza na svahu s 10° sklonom a severovýchodnou expozíciou v nadmorskej výške 634 m.

Stanovište sa nachádza v oblasti flyšového pásma severného Slovenska. Pôdny druh tvorí piesočnatohlinitá pôda, pôdny typ kambizem. Pôda je veľmi plytká, v podorníči značne skeletovitá. Pôda na stanovišti je veľmi kyslá, s pôvodným pH/v KCl až do 4,2, čo je pre tento ovocný druh optimálne.

Pokus bol založený na jeseň 2005 blokovou metódou, kde variant tvorí jedna odroda s ôsmimi rastlinami v štyroch opakovaníach.

Vysadené boli dvojročné, vegetatívne rozmnožené rastliny. Spon výsadby je 0,7 x 0,3 m. Pri výsadbe bola použitá čistá rašelina vrchoviskového typu, zapracovaná do pôdy, v množstve 2,5 litra na rastlinu. Jednotlivé varianty pokusu sú oddelené plastovou fóliou do hĺbky pôdy 0,2 m, aby sa zabránilo prerastaniu rizómov a premiešaniu odrôd. Celá plocha bola na jar 2006 nastlaná jednorázovo borovicovou kôrou (hrúbka 0,05m) aby sa zabránilo rastu burín. Prípadné zaburinenie bolo odstraňované ručným pletím. Výsadba nebola hnojená ani zavlažovaná.

## Výsledky

V práci sú prezentované výsledky od roku 2006 do roku 2012. Porovnávali sme 5 odrôd: „Koralle“, „Ida“, „Sanna“, „Linnea“ a „Sussi“. V rámci produkcie sme vyseletovali najperspektívnejšiu odrodu na pestovanie brusnice pravej v týchto oblastiach, ktorou je dvakrát za rok plodiaca odroda „Koralle“ a vybrané poskytuje tabuľka (Tab.1).

Najvyššiu výšku odroda „Koralle“ dosiahla v roku 2010 a to 260 mm. Po tomto roku bolo potrebné zmladenie rastlín zostrihaním na menšiu výšku, pretože boli kríčky prestarnuté. Mrazuvzdornosť, z možných piatich stupňov dosiahla 3. stupeň (namrznutie výhonkov siaha do jednej tretiny) v roku 2010 a 4. stupeň (výhonky zamrznuté do polovice rastliny) v roku 2011 (Smolarz, 2003). Príčinou vymrznutia bola nízka snehová pokrývka počas zimného obdobia 2009/2010 a 2010/2011 a následné nízke teploty počas mesiacov december, január a február, čo spôsobilo vymrznutie starších výhonov. Ostatné roky boli úplne bez poškodenia, nakoľko bol dostatok snehovej pokrývky a ani extrémne nízke teploty (-30,7 °C /03.02.2012) ju vôbec nepoškodili.

Odožovanie v stupnici 0 – 4 (0-žiadne, 1- slabé, 2- stredné, 3-silné, 4-veľmi silné) bolo najintenzívnejšie v roku 2011 (4. st). Tento stupeň bol ovplyvnený nízkou snehovou pokrývkou a nízkou teplotou v zimnom období 2010/2011. Rastliny boli vymrznuté a bolo zapotrebu ich zostrihať, tým pádom sa zosilnil rast v roku 2011. V ostatných rokoch bola taktiež silná intenzita rozrastania a to s 3. stupňom.

Zaznamenali sme aj výskyt hubovitej choroby (*Allantophomopsis cytisporae* L.) spôsobujúcej sčernenie až opad listov. V stupnici (0-5), kedy 0 je bez symptómov sme zaznamenali 2. stupeň v roku 2007 a 2008. V ostatných rokoch bola pri odrode „Koralle“ v 1. stupni. Rozvoj choroby podporuje vlhký priebeh počasia v jarnom a jesennom období, ale aj vlhkejšia a teplejšia zima, keď pôda nezamŕza.

Termín prvého kvitnutia v sledovaných rokoch pri tejto odrode sa pohyboval od začiatku druhej dekády až do konca tretej dekády mesiaca máj. Termín druhého kvitnutia sa pohyboval v rozmedzí od 23. júla až do 6. augusta.

Termín prvého zberu v sledovaných rokoch pri tejto odrode sa pohyboval od konca prvej dekády až do konca tretej dekády mesiaca august. Termín druhého zberu nastal v rozmedzí od 3. až do 18. októbra.

Priemerná úroda z rastliny v prvom zbere je zanedbateľná, v porovnaní s druhým zberom. Prvý zber musíme aplikovať ručné zbieranie plodov, pretože pri tomto zbere nastáva druhé kvitnutie. Pri zbere druhej úrody je efektívnejšie ručné zbieranie plodov nahradiť zberom s

tzv. česákmi. Priemerná úroda na krík v prvom zbere v sledovaných rokoch sa pohybuje od 4,6 g až po 78,5 g. Priemerná úroda na krík v druhom zbere v sledovaných rokoch sa pohybuje od 18,8 g až po 441,3 g. Celková priemerná úroda na rastlinu sa pohybuje v rozmedzí od 46,9 g až po 468,6 g.

Hodnota ukazovateľa hmotnosti 100 bobúľ v prvom zbere v sledovaných rokoch sa pohybovala od 31,2 g až po 44,2 g. Pri druhom zbere v sledovaných rokoch sa hmotnosť 100 bobúľ pohybovala v rozmedzí od 24,1 g až do 34,2 g. Môžeme povedať, že priemerná hmotnosť 100 bobúľ za sledované roky pri prvom zbere bola vyššia o 23,9 % ako pri druhom zbere.

Podiel hniloby plodov pri prvom zbere v sledovaných rokoch bol od 0 % až po 2,59 %.

Podiel hniloby plodov pri druhom zbere v sledovaných rokoch bol od 0 % až po 0,73 %.

Podiel nedozretých plodov pri prvom zbere v sledovaných rokoch bol od 0 % až do 2,2 %.

Podiel nedozretých plodov pri druhom zbere v sledovaných rokoch bol od 0,8 % až do 7,8 %.

Môžeme povedať, že podiel nedozretých plodov za sledované roky v druhom zbere bol o 81,42 % vyšší ako pri prvom zbere.

**Tabuľka 1.** Vybrané parametre brusnice pravej „Koralle“ za roky 2006 – 2012

**Table 1** Some parameters of *Vaccinium vitis-idaea* L. cv. Koralle recorded during 2006-2012

Odroda <sup>1</sup>	Parameter <sup>2</sup>	Roky <sup>3</sup>							
		2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
KORALLE	Výška rastlín <sup>4</sup> [ mm ]	160	210	259	253	260	218	220	
	Mrazuvzdornosť <sup>5</sup> (stup.0-5)	0	0	0	0	3	4	0	
	Odnôžovanie <sup>6</sup> (stup.0-4)	2	3	3	3	3	4	3	
	<i>A. cytispora</i> <sup>7</sup> (stup.0-5)	1	2	2	1	1	1	1	
	Termín kvitnutia <sup>8</sup>	I. kvit.	25.05.	28.05.	28.05.	14.05.	11.5.	12.05.	14.05.
		II. kvit.	28.07.	6.08.	1.08.	28.07.	26.7.	25.07.	23.07.
	Termín zberu <sup>9</sup>	I. zber	26.08.	22.08.	08.08.	10.08.	19.8.	22.08.	17.08.
		II. zber	7.10.	9.10.	3.10.	12.10.	11.10.	18.10.	10.10.
	Úroda z rastliny <sup>10</sup> [ g ]	I. zber	28,1	4,6	56,3	27,3	78,5	5,44	8,13
		II. zber	18,8	239,6	248,9	441,3	180,8	251,9	89,84
		Σ zberu	46,9	244,2	305,2	468,6	259,3	257,3	97,97
	Hmotnosť 100 bobúľ <sup>11</sup> [ g ]	I. zber	31,2	33,6	38,8	44,2	40,2	35	35,2
		II. zber	30,5	24,1	24,7	34,2	29,7	28,5	24,7
	Podiel hniloby plodov <sup>12</sup> [ % ]	I. zber	1,7	0	0,5	3,3	2,59	18	0
		II. zber	0,1	0,2	0,4	0,3	0,17	0,73	0
	Podiel nezrelých <sup>13</sup> plodov [ % ]	I. zber	2,2	0	0,3	0,8	0,53	0,36	0
		II. zber	3,2	7,8	5,3	1,6	2,7	1,2	0,8

<sup>1</sup>cultivar; <sup>2</sup>parameters; <sup>3</sup>research years; <sup>4</sup>plant height; <sup>5</sup>frost resistance, scale 0 (min) to 5 (max.); <sup>6</sup>plant branching, scale 0 (min) to 4 (max.); <sup>7</sup>*Allantophomopsis cytispora* L. incidence, scale 0 (min) to 5 (max.); <sup>8</sup>flowering dates, I and II; <sup>9</sup>harvesting dates, I and II; <sup>10</sup>yield per plant at the harvests I and II; <sup>11</sup>weight of 100 berries at the harvests I and II; <sup>12</sup>rotted fruit proportion at the harvests I and II; <sup>13</sup>immature fruit proportion at the harvests I and II;

## Diskusia

Kvalita odrôd je značne premenlivá, pričom k najúrodnejším patria odrody „Koralle, Sanna, Ida, Linnea a Sussi“ (Gustavsson, Trajkovski, 1999, Dierking, Dierking, 1993, Dierking,

Krüger, 1984). Z výsledkov našich pokusov sme tieto skutočnosti nepotvrdili, až na odrodu „Koralle“, kedy sme pri tejto odrode zaznamenali niekoľkonásobný nárast úrody na krík, ktorý v roku 2009 predstavoval v priemere 468,9 g. Oproti roku 2006 to predstavuje 10 násobne viac (Tab.1).

(Penhallegon, 2006) tvrdí, že po piatom roku od výsadby je potrebné zmladenie kríčkov brusnice pravej, čo sa nám taktiež potvrdilo.

## Záver

- najvyšší výskyt choroby *Allantophomopsis cytisporea* bol v roku 2007 a 2008
- odolnosť všetkých odrôd voči extrémne nízkym teplotám počas vysokej snehovej pokrývky
- stupeň odnožovania bol najvyšší pri odrode „Koralle“ v roku 2011, čo bolo zapríčinené vymrznutím kvetných púčikov v roku 2010 a výhonov v roku 2011 = rast bol sústredený na tvorbu nových odnoží
- od založenia výsadby brusníc v roku 1993 bolo pozorované, že úroda dvakrát kvitnúcej odrody „Koralle“ v prvom zbere je niekoľkonásobne nižšia oproti druhému zberu
- podiel hniloby plodov bol najvyšší pri odrode „Koralle“ v prvom zbere pretože plody nerovnomerne dozrievajú
- podiel nedozretých plodov za sledované roky v druhom zbere bol o 81,42 % vyšší ako pri prvom zbere
- dobrý zdravotný stav rastlín, rast a kvalita úrod odrody „Koralle“ sú významné faktory pre ekologický charakter pestovania a produkcie plodov brusnice pravej v horských oblastiach Slovenska

## Literatúra

- Dierking W - Dierking S (1993) European Vaccinium species. In: Acta Hort. vol. 346, pp. 299 – 304.
- Dierking W- Krüger E (1984) Anbauerfahrungen mit Preiselbeeren. In: Erwerbsobstbau, vol. 26, pp. 280 – 281
- Gustavsson B. A – Trajkovski V (1999) „Ida“ and „Linnea“ – novel lingonberry cultivars with commercial potential. In: Fruit Varieties, vol. 53, pp. 228 – 230.
- Hričovský I. et al. (2004) Ovocinárstvo. multimediálne CD, ÚVTIP, Nitra.
- Penhallegon R.H (2006) Lingonberry yield trial for the Pacific northwest. Acta Hort. (ISHS), 715:225-230, [http://www.actahort.org/books/715/715\\_31.htm](http://www.actahort.org/books/715/715_31.htm)
- Smolarz K (2003) Uprawa borówki i żurawiny. Hortpress, Warszawa, ISBN 83-89211-06-8, 210 s.

## Ošetření osiva a alternativní termíny výsevu trav

### Seed treatment and alternative times for grasses sowing

Miluše Svobodová, Jaromír Šantrůček, Dagmar Kovářová

Česká zemědělská univerzita v Praze (Czech university of life sciences Prague), Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů, katedra pícninářství a trávnickářství, Kamýcká 129, Praha 6 Suchbát, 165 21, Czech Republic

#### Abstract

The aim of the field experiment was to compare the effect of dormant or frost seeding of selected grass species and their seed coating on the plant surviving and development. The seeds of *Lolium perenne* L. var. Kentaur., *Festuca pratensis* L. var. Bi6, *Festulolium* var. Perseus non-coated or coated by the polymer Extender<sup>®</sup> were sown in Prague in 2004 and 2005 in three dates (December, February-March, April). The plants were significantly higher on average by 15.5-278% when sown in December and by 18-257% when sown in February or March in comparison with the swards sown in April. Number of leaves was higher by 93-528% and by 7-655%; number of tillers was higher by 13-284% and by 21-392% from December and from February/March time of sowing respectively. The effect of seed coating by Extender<sup>®</sup> was not statistically proved in this experiment.

**Keywords:** grass, frost seeding, seed coating, seedlings survival, plants development

#### Úvod

Průběh počasí, vlhkost a teplota půdy ovlivňují úspěšnost zakládání travních porostů. Jaro (obvykle duben) nebo léto jsou tradiční termíny zakládání travních porostů v podmínkách České republiky. V praxi je mnohdy v jarních pracovních špičkách dáována přednost výsevům ekonomicky výhodnějších plodin a zakládání porostů pícnin je tak časově odsouváno do méně výhodných termínů, kdy jsou již vyšší teploty a horší vláhové podmínky pro klíčení a vzcházení rostlin. Existují však také možnosti alternativních termínů výsevů v pozdně podzimním nebo zimním období – tzv. „frost seeding“ využívané ve světě u řady plodin, např. při pěstování řepky, ale i jiných (Johnston *et al.*, 2004; Casler *et al.*, 1999). Setí v těchto termínech umožňuje rozdělení polních prací v jarním období a časnější klíčení semen dříve vysetých plodin v příznivých vláhových podmínkách. Obalování semen se provádí jako prevence proti jejich předčasnému klíčení během zimy a jara při nízkých teplotách a vysoké vlhkosti půdy (Taylor *et al.*, 1998; Clayton *et al.*, 2004). Obal semene (např. Extender<sup>®</sup>) je složený z polymeru a inhibitorů růstu na bázi organických kyselin, je nepropustný pro vodu při nízkých teplotách půdy a slouží jako fyzikální bariéra, která neumožní přístup kyslíku do semene a jeho vyklíčení. Rozloží se až později za vyšších teplot. Tento polymer je široce využíván k ochraně semen řepky olejky v Kanadě. Porosty založené v alternativních termínech klíčí dříve, a porost se rychleji zapojuje.

Hlavním cílem pokusu bylo ověřit vliv obalování přípravkem Extender a různých termínů zimního setí u osiva trav - jílku vytrvalého (*Lolium perenne*), kostřavy luční (*Festuca pratensis*) a mezirodového hybridu (*Festulolium*) na počáteční vývin rostlin v podmínkách ČR.

## Materiál a metody

Polní pokus s *Lolium perenne* (var. Kentaur), *Festuca pratensis* (var. Bi6) a *Festulolium* (var. Perseus) byl veden v Praze (286 m n. m., 50°08'SŠ 14°24'VD, vegetační období 172 dnů, průměrná roční teplota 7,9°C, průměrný roční úhrn srážek 526 mm). Osivo neobalené i obalené přípravkem Extender<sup>®</sup> bylo vyseto do řádků v běžném termínu v dubnu (kontrolní varianta) a ve dvou alternativních termínech (v prosinci a v únoru nebo březnu) v letech 2003 - 2004 a 2004 - 2005 (Tabulka 1). Hloubka výsevu byla 10-20 mm, délka řádků, ze kterých byly odebírány rostliny 10 m. Byla sledována doba vzcházení, výška a počet rostlin na 1 m řádku. Hmotnost rostlin, počet odnoží a listů byl sledován na 50 rostlinách během vegetace (12.5., 26.5. a 30.6. 2004, 11.5., 30.5. a 27.6. 2005). Data byla zpracována analýzou variance multifactor ANOVA v programu Statgraphics Plus 4.0, (Tukey HSD test,  $\alpha = 0,01$ ).

## Výsledky a diskuse

Výsledky ukázaly rozdílný vliv obalování osiva na počet rostlin (Tabulka 1). Je zřejmé, že pro dubnový výsev nebylo obalování osiva nutné, byl zaznamenán menší počet rostlin (o 6,6-18%) ve srovnání s variantou založenou z neobaleného osiva, u *Festuca pratensis* nevzešly z obalovaného osiva v tomto termínu žádné rostliny. Na ukázkou situace byly vybrány výsledky dosažené u jílku vytrvalého a jsou zobrazeny v grafech 1-3. Počet rostlin z obalovaného osiva, ve srovnání s neobalovaným, byl vyšší o 8,7% u *Lolium perenne* vysetého v únoru, o 73 % a 48 % u *Festulolium* z výsevu v prosinci a únoru 2004; o 39 % u jílku vytrvalého vysetého v prosinci, o 63 % u kostřavy luční vyseté v prosinci a o 19,4% u *Festulolium* vysetého v prosinci v roce 2005. Počet rostlin z únorových a březnových výsevů byl průkazně vyšší bez ohledu na obalení o 27 - 178 % ve srovnání s porosty založenými v prosinci (Tabulka 1).

**Tabulka 1.** Průměrný počet rostlin na běžný metr řádků v závislosti na termínu výsevu  
**Table 1** Time of sowing and average number of plants (plants m<sup>-1</sup>)

Rok hodnocení / Year of evaluation	2004		Termín výsevu Sowing time	2005		
	N*	C**		N*	C**	
<i>F. pratensis</i>	1.12. 2003	37	64	8.12. 2004	36	43
	17.2. 2004	42	62	24.3. 2005	36	22
	22.4. 2004	40	0	20.4. 2005	16	14
<i>L. perenne</i>	1.12. 2003	21	18	8.12. 2004	46	64
	17.2. 2004	46	50	24.3. 2005	87	81
	22.4. 2004	59	50	20.4. 2005	89	73
<i>Festulolium</i>	1.12. 2003	23	22	8.12. 2004	19	31
	17.2. 2004	52	42	24.3. 2005	50	50
	22.4. 2004	58	51	20.4. 2005	61	57

\* N – plants from non-coated seeds, \*\*C – plants from coated seeds

Rostliny ze semen vysetých v prosinci a v únoru/březnu začaly na jaře růst o měsíc dříve než rostliny z výsevů v dubnu. Počátek a trvání vývojových fází rostlin byly ovlivněny termínem setí.

Průkazné rozdíly sledovaných charakteristik byly zaznamenány mezi rostlinami z alternativních a tradičních termínů výsevů (Tabulka 2), rostliny z alternativních, tj. časnějších termínů výsevů byly silnější a lepší ve všech parametrech ( $P < 0,01$ ). Důvodem bylo jejich o měsíc časnější vzejití. Největší rozdíl byl zaznamenán v prvním termínu hodnocení (12.5.), později se rozdíly snižovaly.

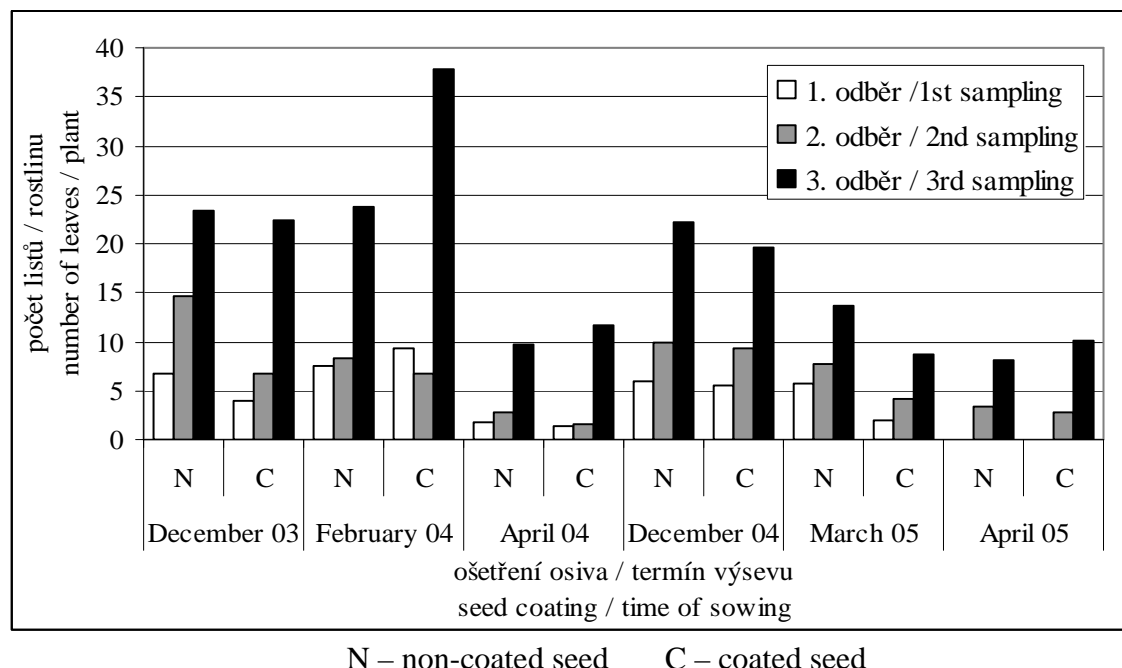
Počet listů u *Festuca pratensis* byl ovlivněn termínem setí v obou pokusných letech (o 127-461% více listů u zimních výsevů ve srovnání s dubnovým), což bylo způsobeno časnějším vzcházením (Table 2). Obdobně byly ovlivněny ostatní parametry rostlin (Tabulka 2).

Rostliny z únorových výsevů měly větší počet odnoží na rostlinu (v roce 2004 o 183-392%), z prosincových výsevů o 181% (2005) než z dubnových výsevů. Na konci června byly rostliny košťavy luční z alternativních termínů výsevů 1,5-1,7 krát vyšší (2004); výška rostlin vyšetých v březnu a dubnu byla koncem června 2005 stejná.

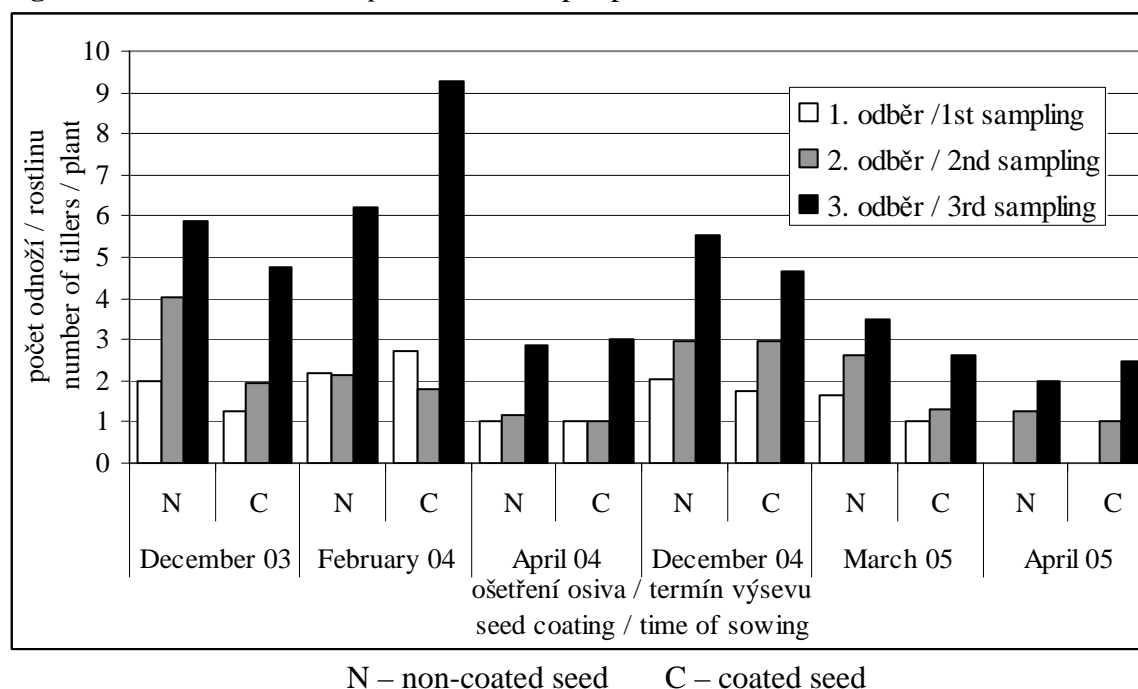
Reakce *Lolium perenne* byla obdobná (Tabulka 2). Počet listů na rostlinu (Graf 1) byl průkazně ovlivněn termínem výsevu; rostliny z výsevů v únoru 2004 a v prosinci 2005 měly nejvyšší počet listů. Rozdíly, při srovnání s kontrolními dubnovými výsevy, dosáhly 115-404% a 23-212%. Počet odnoží na rostlinu u dubnových výsevů (Graf 2) byl také průkazně nižší. Rozdíly mezi rostlinami z obalovaného a neobalovaného osiva byly průkazné v některých případech, ale není možné to připisovat obalování osiva. Rostliny z dubnového výsevu 2004 byly 1,4-1,6krát menší (Graf 3) než rostliny z alternativních výsevů, nicméně rozdíly mezi rostlinami z dubnových a březnových výsevů byly na konci června minimální. Rostliny *Festulolium* vyšetého v prosinci vykazovaly nejlepší parametry v obou letech (Table 2). Počet listů na rostlinu byl při alternativních termínech výsevu vyšší o 105-655%, resp. o 7-224% než z dubnových výsevů v roce 2004 a 2005. Počet odnoží u rostlin z dubnových výsevů byl průkazně nižší, nicméně však v červnu (2005) nebyl průkazný rozdíl mezi rostlinami z březnových a dubnových výsevů. Podobnou reakci na alternativní termíny výsevu jsme potvrdili i u dalších druhů trav, jako např. u *Dactylis glomerata* L. (Hlavičková et al. 2006).

Obalování osiva bylo v některých případech shledáno jako neefektivní opatření, neovlivnilo pozitivně počet přeživších rostlin na jednotku plochy. Mělo efekt pouze u košťavy luční při výsevech v prosinci a únoru a u jílku vytrvalého setého v prosinci. Jak jsme předpokládali, nemělo pozitivní efekt při běžných jarních termínech výsevu (duben).

**Graf 1.** Počet listů na rostlinu *Lolium perenne*  
**Figure 1** Number of *Lolium perenne* leaves per plant

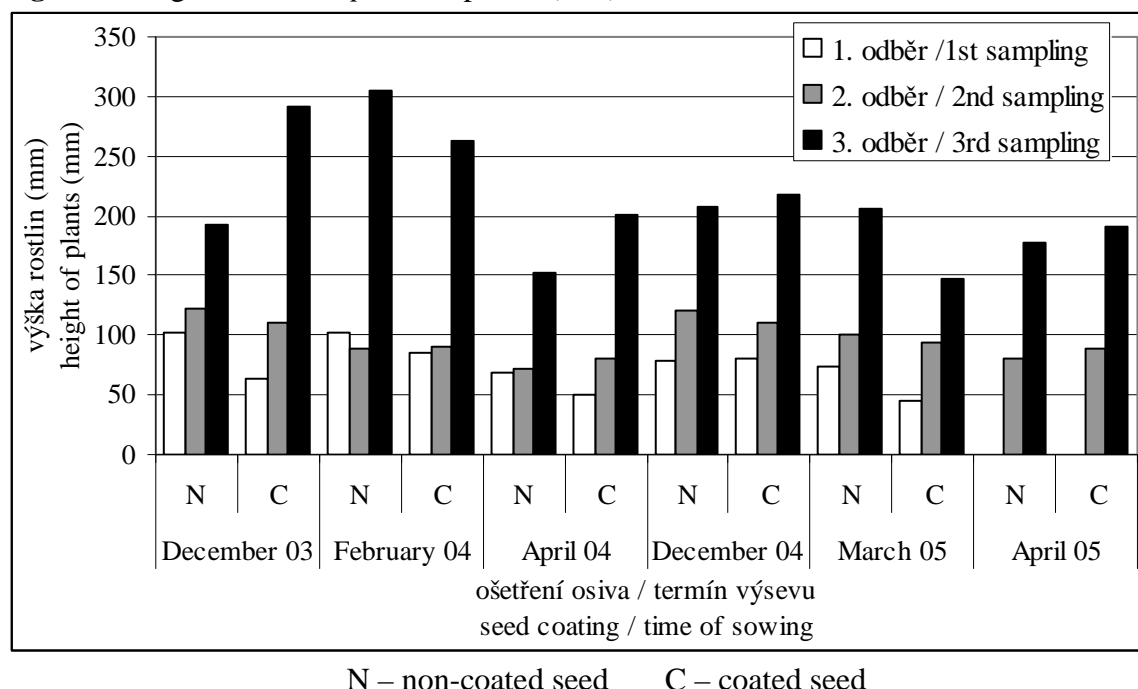


**Graf 2.** Počet odnoží na rostlinu *Lolium perenne*  
**Figure 2** Number of *Lolium perenne* tillers per plant



N – non-coated seed    C – coated seed

**Graf 3.** Výška rostlin *Lolium perenne* (mm)  
**Figure 3** Height of *Lolium perenne* plants (mm)



N – non-coated seed    C – coated seed

### Závěr

Z výsledků vyplývá, že Přípravek Extender® v podmínkách našeho pokusu neovlivnil průkazně počet rostlin oproti neošetřenému osivu. Za zajímavý výsledek považujeme fakt, že i neošetřené osivo vybraných druhů trav se dobře uplatnilo při zimních, zejména únorových výsevech, při nichž byl počet rostlin srovnatelný nebo i vyšší než při výsevech v dubnu,

rostliny byly mohutnější, dříve pokrývaly půdu a mohly tak i lépe konkurovat plevelům. Prosinčové výsevy jak obaleného tak neobaleného osiva považujeme z hlediska hustoty výsledného porostu za nejisté.

### **Poděkování**

Výsledky byly získány za podpory „S“ grantu MŠMT ČR na FAPPZ ČZU v Praze.

### **Literatura**

Casler M.D et al (1999) Establishment of temperate pasture species into alfalfa by frost-seeding. *Agron. Journ.*, 91: 916-921.

Clayton G.W et al (2004) Fall and spring seeding date effects on herbicide-tolerant canola (*Brassica napus* L.) cultivars. *Canadian Journ. of Plant Sci.*, 29: 419-430.

Hlavičková D et al (2006) Influence of sowing time and seed treatment on establishment of *Dactylis glomerata*. *Grassland Science in Europe, Proceedings of the 21st General Meeting of the European Grassland Federation „Sustainable Grassland Productivity“*, 3.-6.4.2006, Badajoz, Spain, 799-801.

Johnston E.N et al (2004) Seeding date and polymer seed coating effects on plant establishment and yield of fall-seeded canola in the Northern Great Plains. *Canadian Journ. of Plant Sci.*, 84: 955-963.

Taylor A.G et al (1998) Seed enhancements. *Seed Sci. Research* (8): 245-256.



## **Klíčivost osiva ošetřeného metodou iSeed®**

### **Germination of seed treated with iSeed®**

Martin Sochorec, Pavel Knot, Jiří Skládanka

**Ústav výživy zvířat a pícninářství, Mendelova univerzita v Brně, Agronomická fakulta,  
Zemědělská 1, 613 00 Brno, Czech Republic**

#### **Abstract**

objective of the study conducted in 2013 at the Forage Research Station in Vatín was to evaluate the influence of the iSeed® treatment on the germination dynamics and total germination of Kentucky bluegrass var. Conni, Perennial ryegrass var. Cassiopeia and White clover var. Pirouette. Treatment had positive effects on germination dynamics and total germination within all varieties. Values of total germination were found significantly higher for treated varieties Cassiopeia and Pirouette by 23.0 % and 17.6 %, respectively, and not significantly higher for treated variety Conni by 19.4%.

**Keywords:** germinability, seed treatment, Kentucky bluegrass, Perennial ryegrass, White clover

#### **Úvod**

Předpokladem úspěšného založení travního porostu je schopnost osiva rychle a rovnoměrně vyklíčit a odolat tak konkurenčnímu tlaku plevelů. Proto se v současné době využívají různými metodami upravená osiva, která by měla v porovnání s neupravenými osivy zlepšit polní vzházivost a konkurenceschopnost. Mezi tato ošetření patří metoda iSeed® od firmy DLF-Trifolium, která je založená na obalení semen hnojivem. iSeed® obsahuje 61 % osiva a 39 % obalového materiálu což znamená, že 164 kg produktu obsahuje 100 kg osiva, 20 kg dusíku a 4 kg fosforu (Nijënstein 2008; DLF-Trifolium 2013). Výhodou obalovaného osiva je rychlý přísun živin vysévaným druhům, snížení pravděpodobnosti vyplavování živin a v neposlední řadě snižování nákladů prováděním výsevu a hnojení v jedné pracovní operaci. Na rozdíl od šlechtění odrůd, kterým se zlepšují genetické vlastnosti rostlin, nové technologie ošetření osiv upravují podmínky pro vzházení semen tak, aby bylo možné plně využít genetický potenciál odrůdy (Černoch 2009).

Cílem pokusu bylo posoudit vliv obalové vrstvy iSeed® na rychlost klíčení a celkovou klíčivost vybraných druhů trav a jetele plazivého.

#### **Materiál a metodika**

V roce 2013 byl ve Výzkumné pícninářské stanici Vatín založen pokus na sledování klíčivosti osiva obalovaného hnojivem metodou iSeed®. Experiment probíhal v laboratorních podmínkách za použití ošetřeného a neošetřeného osiva stejné šarže. Vybranými druhy byly *Poa pratensis* (odrůda Conni), *Lolium perenne* (odrůda Cassiopeia) a *Trifolium repens* (odrůda Pirouette) (Tab. 1). Pokus byl založen na klíčidle TZ 8-046 s možností regulace teploty a osvětlení. Na Petriho misky s navlhčeným filtračním papírem bylo umístěno pro každou variantu 20 semen ve třech opakováních. Vlhkost v miskách byla zajišťována pomocí pruhů filtračního papíru. Teplotní režim byl nastaven 16 hodin se zapnutým osvětlením při teplotě

20 °C a noční režim 8 hodin při vypnutém osvětlení s teplotou 10°C. Počet vyklíčených semen byl zaznamenáván 3., 7., 10., 13., 16. a 20. den po založení.

Jelikož byly hodnoty vyklíčených semen ve formě relativní četnosti a zjištěné procentické hodnoty nejdou vyjádřit pomocí Gaussova rozdělení, bylo provedeno přepočítání pomocí Arkus sinus odmocninné transformace (Gomez a Gomez, 1984). K testu signifikace byla použita Anova (Statistika verze 8, 2007) s následným testováním dle Tukeye ( $p \leq 0,05$ ).

### Tabulka 1. Pokusné varianty.

**Table 1** Experimental variants.

Faktor <sup>1</sup>	Úroveň <sup>2</sup>
1. Druh (odrůda) <sup>3</sup>	1.1. <i>Poa pratensis</i> (Conni) <sup>5</sup>
	1.2. <i>Lolium perenne</i> (Cassiopeia) <sup>6</sup>
	1.3. <i>Trifolium repens</i> (Pirouette) <sup>7</sup>
2. Ošetření <sup>4</sup>	2.1. iSeed®
	2.2. Neošetřeno <sup>8</sup>

<sup>1</sup> Factor, <sup>2</sup> Level, <sup>3</sup> Species (Varieties), <sup>4</sup> Treatment, <sup>5</sup> Kentucky bluegrass (Conni), <sup>6</sup> Perennial ryegrass (Cassiopeia), <sup>7</sup> White clover (Pirouette), <sup>8</sup> Untreated

### Výsledky a diskuze

Ze zjištěných hodnot klíčivosti v jednotlivých dnech pozorování (tab. 1) je u ošetřeného osiva patrný rychlejší nástup klíčení a zároveň i hodnoty celkové klíčivosti. Nástup klíčení u *Lolium perenne* Cassiopeia byl sedmý den pokusu téměř vyrovnaný, avšak již od desátého dne byla zaznamenána průkazně vyšší klíčivost u ošetřené varianty. U obalovaného osiva *Poa pratensis* Conni byla zaznamenána průkazně vyšší klíčivost pouze desátý den měření a u *Trifolium repens* Pirouette ošetřeného metodou iSeed® byla klíčivost průkazně vyšší od počátku do konce měření.

Celková klíčivost ošetřeného osiva se lišila průkazně u odrůdy Cassiopeia (+23,0 %) a Pirouette (+17,6 %) u odrůdy Conni byla vyšší neprůkazně o 19,4 %. V pokusech Sochorec, Knot 2012, byl rovněž zjištěn pozitivní efekt ošetřeného osiva metodou iSeed® u jetele plazivého Pirouette do desátého dne měření.

### Tabulka 2. Dynamika klíčení a celková klíčivost u jednotlivých druhů (%).

**Table 2** Germination dynamics and total germination (%).

Druh <sup>1</sup>	3. den <sup>2</sup>	7. den <sup>2</sup>	10. den <sup>2</sup>	13. den <sup>2</sup>	16. den <sup>2</sup>	20. den <sup>2</sup>
Cassiopeia iSeed	0,0 a	44,0 a	61,1 a	63,5 a	65,0 a	66,1 a
Cassiopeia	0,0 a	38,2 a	43,1 b	43,1 b	43,1 b	43,1 b
Conni iSeed	0,0 a	0,0 a	38,2 a	56,1 a	58,2 a	69,3 a
Conni	0,0 a	0,0 a	21,9 b	38,9 a	44,0 a	49,9 a
Pirouette iSeed	44,0 a	64,2 a	67,4 a	67,4 a	67,4 a	67,4 a
Pirouette	16,2 b	39,1 b	46,0 b	48,9 b	48,9 b	49,8 b

Různá písmena ve sloupcích představují statisticky průkazný rozdíl pro jednotlivé druhy, Tukeyův test ( $p \leq 0,05$ )

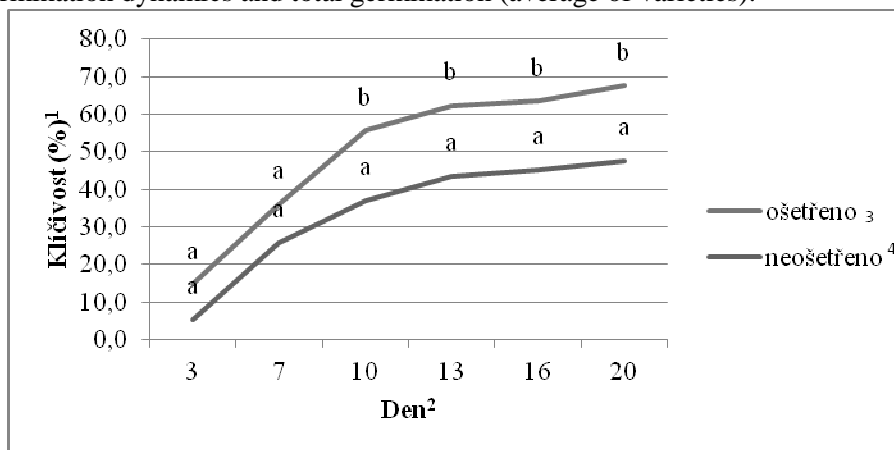
Values characterised by the same letter are not significantly different, Tukey ( $p \leq 0,05$ )

<sup>1</sup> Variant, <sup>2</sup> Day

V grafu 1, byla porovnána klíčivost u ošetřeného a neošetřeného osiva v průměru všech odrůd. Zde je patrný rychlejší nástup klíčení od počátku pokusu u ošetřeného osiva, zejména pak od desátého dne došlo k průkaznému zvýšení klíčivosti. K podobným výsledkům dospěli i Vrzalová, Knot (2011), kteří zjistili průkazně vyšší hodnoty klíčivosti u ošetřeného osiva *Poa pratensis* metodou Proradix (průměr odrůd) od desátého dne do konce měření.

**Graf 1.** Dynamika klíčení a celková klíčivost (průměr odrůd).

**Figure 1** Germination dynamics and total germination (average of varieties).



Různá písmena ve sloupcích představují statisticky průkazný rozdíl pro jednotlivé druhy, Tukeyův test ( $p \leq 0,05$ )

Values characterised by the same letter are not significantly different, Tukey ( $p \leq 0,05$ )

<sup>1</sup> Germinability (%), <sup>2</sup> Day, <sup>3</sup> treated by iSeed®, <sup>4</sup> untreated

## Závěr

Bylo prokázáno, že ošetření osiva metodou iSeed® nezpomaluje klíčení a nemá negativní vliv na celkovou klíčivost osiva *Poa pratensis* (Conni), *Lolium perenne* (Cassiopeia) a *Trifolium repens* (Pirouette). U jednotlivých odrůd byl zaznamenán spíše pozitivní vliv tohoto ošetření jak na nástup klíčení, tak na celkovou klíčivost.

Průkazně vyšší hodnoty klíčivosti byly zjištěny u ošetřených odrůd Cassiopeia od desátého do dvacátého dne pozorování, u odrůdy Pirouette od počátku do konce měření a u varianty Conni desátý den pozorování.

## Poděkování

Tato práce vznikla s podporou grantu QJ1310100 „Vývoj a optimalizace metod stanovení biogenních aminů v návaznosti na zvýšení zdravotní bezpečnosti siláží“.

## Literatura

Černoch V (2009) *Nové technologie přípravy osiv*. In Hrabě F. et al., Travníky pro zahradu, krajinu a sport, 1 vyd., Olomouc: Vydavatelství Ing. Petr Baštan, s 62-64.

DLF-Trifolium (2013) *Informační materiál: Specific information on iSeed® for turf/sod growers*. Citované 5.2.2013. Dostupné na: [http://www.dlf.com/Turf/Technical\\_info/iSeed.aspx](http://www.dlf.com/Turf/Technical_info/iSeed.aspx)

Gomez K. A and Gomez A. A (1984) *Statistical procedures for agricultural research*. 2nd ed. J. Willey & Sons, New York, Chichester, Brisbane, Toronto.

- Nijënstein H (2008) Nutrient seed coating for grasses. In *1st EUROPEAN TURFGRASS SOCIETY CONFERENCE*. 1. vyd. Pisa, Itálie: Uliva Foa, 2008, s. 145-146. ISBN 978-88-902076-4-8.
- Sochorec M and Knot P (2012) The effect of fertilizer seed coating on the germinating capacity and initial development of some turf grass species and white clover. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis* 60 (5): 200-204. ISSN 1211-8516.
- Statsoft Inc. (2007) STATISTICA data analysis software system, version 8.0., [www.statsoft.com](http://www.statsoft.com)
- Vrzalová J and Knot P (2011) The effect of seed age and treatment by Proradix method on germinability and initial growth of selected meadow grass (*Poa pratensis*) varieties. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis* 59 (5): 309-314. ISSN 1211-8516.

## Vliv sucha na klíčení vybraných druhů trav

### The influence of drought stress on germinating of selected turfgrass species

Jaroslav Martinek, Miluše Svobodová, Tereza Králíčková

Česká zemědělská univerzita v Praze (Czech university of life sciences Prague), Katedra pícninářství a trávníkářství, Kamýcká 129, 165 21, Praha 6-Suchdol, Czech Republic

#### Abstract

Two laboratory experiments were conducted to evaluate the ability of germination of selected turfgrass species after induced water stress during imbibition. Species used: *Deschampsia caespitosa* /L./ P. Beauv (Kometa), *Lolium perenne* L. (Filip), *Poa pratensis* L. (Harmonie), *Festuca rubra ssp. commutata* (Barborka), *Festuca rubra ssp. trichophylla* (Viktorka), *Festuca rubra ssp. rubra* (Petruna), were imbibed for 1, 2, 3 days under day/light regime 16/8 hours, 15/5 °C, rh 70%. Water stress after this period lasted 3 days (30°C, rh 40%) or 5 days (35°C, rh 40%). The results were evaluated by analysis of variance ANOVA LSD  $\alpha = 0.05$  (Statgraphics programme, version XV.). Germination was significantly influenced by the grass species, *L. perenne* germinated most quickly (95%), *P. pratensis* germinated most slowly (68%). The amount of germinated kernels in the 10<sup>th</sup> day was 1.6 to 1.9 times higher under longer time of imbibition before the stress, later the differences were negligible. The total germination capacity was not influenced by the time of imbibition. More intensive drought stress resulted in a lower amount of germinated kernels (by 4-11%) in particular days of measuring from the 10<sup>th</sup> day until full germination of the seed.

**Key words:** grass, germination, drought stress

#### Úvod

Schopnost osiva klíčit je základním kritériem k úspěšnému založení porostu a jeho následnému formování. Klíčení zjednodušeně definujeme jako obnovení metabolické aktivity obilky a je dáno vnitřními faktory (genetickou výbavou a aktuálním stavem osiva) a faktory vnějšími (dostatkem vody, kyslíku, optimální teplotou, u některých druhů i světlem (Copeland, McDonald, 1995; Procházka a kol., 1998; Míka, 2002). Příjem vody je však z faktorů jeden z nejdůležitějších. Reakcí na přiváděnou vodu dává embryo signál k mobilizaci zásobních látek a to prostřednictvím giberelinů (Turgeon, 2002). Dochází k syntéze hydrolytických enzymů, především  $\alpha$ -amylázy štěpící škrob (Míka a kol., 2002; Procházka a kol., 1998), dále pak ribonukleázy a fosfatázy (Copeland, McDonald, 1995). Vlivem těchto procesů se embryo transformuje z dehydratovaného klidového stavu do stadia se životaschopným metabolismem (Hosnedl in Houba, Hosnedl, 2002). Následuje prodloužení buněk radikuly. Viditelná fáze klíčení začíná několik dní po iniciaci klíčení proniknutím kořenové pochvy (koleorhizy) se zárodečným kořínkem (radikuly) obaly obilky, zároveň se objevují první adventivní kořínky. Třetí fází je fáze viditelného klíčení, kdy radikula a následně koleoptile pronikají skrze oplodí na povrch. Abiotické stresory nemusí působit stejným způsobem v různých vývojových fázích. Dojde-li k nedostatku vody v průběhu bobtnání zpravidla nemusí dojít k porušení klíčku. Nastane-li však nedostatek vody ve fázi klíčení, které je již spojeno s buněčným dělením, objemovým růstem a růstu klíčku, pak k porušení klíčku již dochází (Hess, 1983; Hosnedl in Houba, Hosnedl, 2002). V mnohých embryích je však již bobtnání spojeno s tvorbou mRNA.

Důležitá je i schopnost obilky umět si vodu udržet například při krátkodobých výskytech vysokých teplot. Při velkých ztrátách vody může dojít k prodýchání značného množství zásobních látek, někdy i k zaschnutí klíčnicích rostlin (Bláha a kol., 2003) nebo mohou být tyto poškozeny i vysokými teplotami.

Cílem pokusu bylo zhodnotit schopnost obilek používaných travníkových druhů obnovit nastartovaný proces imbibice a následné klíčení přerušené uměle vyvolaným vláhovým stresem a definovat, kdy je poškození obilek tímto stresem fatální.

## **Materiál a metody**

Na Petriho misky s navlhčeným filtračním papírem bylo umístěno po 100 ks obilek druhů: *Deschampsia caespitosa* /L./ P. Beauv (Kometa), *Lolium perenne* L. (Filip), *Poa pratensis* L. (Harmonie), *Festuca rubra ssp. commutata* (Barborka), *Festuca rubra ssp. trichophylla* (Viktorka), *Festuca rubra ssp. rubra* (Petruna). Pokus měl 4 opakování, byl veden v klimaboxu Binder KBWF 240 (denní/noční režim - 16/8 hod., 15/5 °C s pozvolnými přechody, rh 70%). Po 1, 2 a 3 dnech bobtnání obilek proběhlo jejich sušení po dobu 3 dny při teplotě vzduchu 30°C a rh 40% (simulace přísušku), po té následovalo opět navlhčení a klíčení probíhalo za stejného denního a nočního režimu jako bobtnání. Ve druhém časovém opakování pokusu byla doba sušení prodloužena na 5 dnů a teplota sušení zvýšena na 35°C. Průběh klíčení byl sledován v 1 denních intervalech až do plného vyklíčení osiva. Výsledky (počet vyklíčených obilek ve vybraných dnech) byly zpracovány analýzou rozptylu ANOVA v programu Statgraphic XV.

## **Výsledky a diskuse**

Z tabulky 1 je patrné, že na klíčivost obilek měl průkazný vliv druh trávy. Ve všech sledovaných dnech bylo nejvíce vyklíčených obilek u *Lolium perenne*. Např. ve 13. dnu (po ukončení stresu) bylo u *Lolium perenne* vyklíčeno již v průměru přes 87% obilek, zatímco u nejpomaleji klíčící *Poa pratensis* jen kolem 5%. Dalšími velmi rychle klíčícími druhy byly *Festuca rubra* „Viktorka“, „Petruna“ a *Deschampsia caespitosa* „Kometa“. Poměrně pomalu klíčila *Festuca rubra* „Barborka“ (v průměru 32% vyklíčených obilek ve 13. dnu).

S prodlužující se dobou bobtnání před stresem bylo vyšší i % vyklíčených obilek do 10. dne, později byly rozdíly minimální a celková klíčivost obilek nebyla dobou bobtnání před stresem průkazně ovlivněna (Tabulka 1). To ukazuje, že proces klíčení byl při předchozím jedno až třídenním bobtnáním již nastartován a po tří až pětidenním stresu mohl pokračovat.

Intenzivnější stres sušením měl za následek průkazně nižší počet vyklíčených obilek (o 4-11%) v jednotlivých termínech odečtu od 10. dne až po plné vyklíčení osiva. (Tabulka 1, graf 1). Celková klíčivost byla delší dobou sušení obilek (a vyšší teplotou) průkazně snížena zejména u *Festuca rubra* „Petruny“ a „Barborky“ (o 9%).

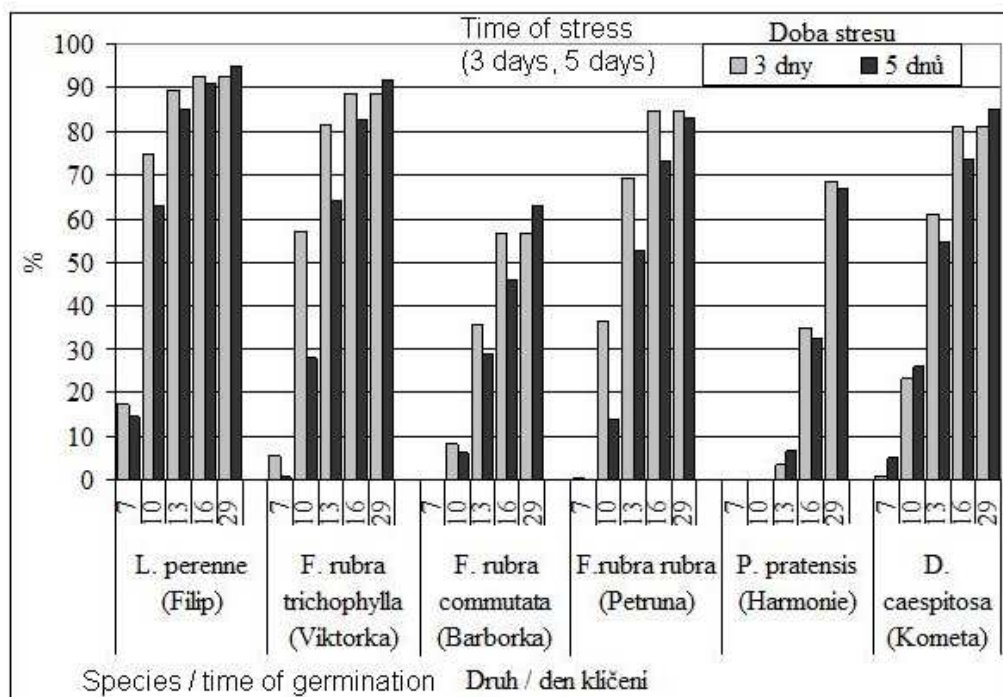
Z výsledků (tabulka 1) je patrné, že vliv vláhového a teplotního stresu na celkovou klíčivost obilek ve srovnání s kontrolou nebyl průkazný. Ovilky byly schopné pokračovat v započatém procesu příjmu vody a iniciovat tak klíčení. K determinaci okamžiku, kdy je pro obilky jednotlivých druhů vláhový stres poškozující je nutné prodloužit dobu bobtnání, případně i stresu, zejména u pomaleji klíčících druhů.

**Tabulka 1.** Dynamika klíčení (%)  
**Table 1** Dynamics of germination (%)

Druh /Species	Den od skončení stresu Day after the stress end				Total germination Celková klíčivost (%)
	7.	10.	13.	16.	
<i>L. perenne</i> (Filip)	15,8 c	69,0 e	87,3 e	91,7 e	94,6 d
<i>F. r. trichophylla</i> (Viktorka)	3,3 b	42,4 d	72,8 d	85,7 d	91,8 c
<i>F. r. commutata</i> (Barborka)	0,1 a	7,2 b	32,3 b	51,3 b	68,0 a
<i>F. r. rubra</i> (Petruna)	0,3 a	25,2 c	61,1 c	78,9 c	87,1 b
<i>P. pratensis</i> (Harmonie)	0,0 a	0,0 a	5,2 a	33,6 a	67,6 a
<i>D. caespitosa</i> (Kometa)	2,9 b	24,6 c	57,9 c	77,5 c	87,1 b
Doba bobtnání (dnů) Time of imbibition (days)					
1 den /1 day	2,6 b	29,1 b	52,5 ab	70,0 ab	82,9 ab
2 dny / 2 days	5,1 c	31,1 bc	54,2 b	71,4 b	84,3 b
3 dny	7,0 d	34,0 c	53,7 b	69,9 ab	82,0 ab
Kontrola / Control	0,3 a	18,1 a	50,5 a	67,9 a	81,7 a
Teplota (°C)/ doba sušení (dnů) Temperature (°C)/time of drying (days)					
30/3	4,0 a	33,3 b	56,8 b	73,1 b	84,7 b
35/5	3,5 a	22,8 a	48,7 a	66,5 a	80,7 a

a, b, c, d - homogenní skupiny (pro jednotlivé dny od skončení stresu a pro celkovou klíčivost) / homogenous groups (for particular days after the end of the stress and for total germination capacity)

**Graf 1.** Počet vyklíčených obilek (%) ve vybraných dnech v závislosti na intenzitě stresu.  
**Figure 1** Number of germinated kernels (%) in selected days in dependence on the stress intensity



## **Poděkování**

Výsledky byly získány za podpory „S“ grantu MŠMT ČR na FAPPZ ČZU v Praze.

## **Literatura**

Copeland L.O and McDonald M.B. (1995) Principles of Seed Science and Technology. 3rd edition. Chapman&Hall, 409 s. ISBN: 0-412-06301-8.

Bláha L *et al* (2003) Rostlina a stres. VÚRV, Praha. 156 s.

Hess D (1983) Fyziologie rostlin. Vydání 1. Academia Praha 1983, nakladatelství ČSAV, 348 s.

Houba M a Hosnedl V (2002) Osivo a sadba. Praktické semenářství. 1. Vydání. 185 s.

Míka V *et al* (2002): Morfogeneze trav. Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha, 200 s., ISBN: 80-86555-20-8.

Procházka S *et al* (1998). Fyziologie rostlin. Praha, Academia. 484 s.

Turgeon A.J (2002) Turfgrass Management, 6th edition. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey. 400s. ISBN 0-13-027823-8.



## Využitie ďatelinovín a ich miešaniek na orných pôdach v horskej oblasti

### Utilization of legumes and grass/legume mixtures on arable land in a mountain region

Iveta Ilavská, Norbert Britaňák, Ľubomír Hanzes

Centrum výskumu rastlinnej výroby Piešťany – Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva Banská Bystrica, <sup>1</sup>Regionálne výskumné pracovisko Poprad  
Grassland and Mountain Agriculture Research Institute Banská Bystrica, Research Station Poprad

#### Abstract

Red clover (*Trifolium pratense* L.) and alfalfa (*Medicago sativa* L.) cultivars were grown either as monocultures or as simple mixtures with an inter-generic grass hybrid (x *Festulolium*) in a mountain region of Slovakia. The simple grass/legume mixtures showed better results when grown in a system of perennial forage crops (leys). The mixtures were more efficient and produced more compact swards than the legume monocultures.

**Key words:** red clover, alfalfa, grass/clover mixture, grass/alfalfa mixture, dry matter production

#### Úvod

Bôbovité druhy sú základným komponentom viacročných siatych porastov. Ich význam spočíva v ich predplodinovom efekte, v tom, že produkujú kvalitný bielkovinový krm. Významné sú i z ekonomicko-ekologického hľadiska, pretože sú schopné pútať vzdušný dusík. Na základe literárneho prehľadu uvádza Frame (2005) rozpätie fixovaného dusíka pre monokultúry ďatelinovín a pre ďatelinotrávne miešanky v intervale od 72 do 350 kg.ha<sup>-1</sup>. Z ďatelinovín je pre podhorské a horské oblasti najvýznamnejšia ďatelina lúčna (*Trifolium pratense* L.). Pre intenzívne pestovanie krmovín odporúčajú Jamriška a Mikle (1998), Hejduk (2009) pestovať tetraploidné odrody ďateliny lúčnej, ktoré sú úrodnejšie a v porastoch miešaniek dokážu tolerovať vyšší podiel tráv ako diploidné odrody (Jamriška, 2000). V podhorských a horských regiónoch je oproti čistým porastom ďateliny lúčnej výhodnejšie pestovanie krátkodobých ďatelinotravných miešaniek, ako predstaviteľ a viacročných krmovín na ornej pôde. 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). V kukuričnej a repnej výrobnnej oblasti tvorí rozhodujúcu zložku krmovínovej základne lucerna siata (*Medicago sativa* L.). Cenená je pre vysokú a pomerne istú výkonnosť a prispôsobivosť klimatickým podmienkam, pričom sa do určitej miery uplatňuje aj v zemiakárskej výrobnnej oblasti (Lichner a kol., 1983). Lucerna siata je z agronomického pohľadu najvýznamnejším predstaviteľom rodu a zároveň je najdôležitejšou krmovinou na svete. Říha (2009) uvádza výšku úrody sušiny lucerny siatej v úžitkových rokoch od 17,70 do 18,95 t.ha<sup>-1</sup>. Predkladaný príspevok má za cieľ poukázať na uplatnenie vybraných odrôd ďatelinovín, pestovaných v monokultúrach a v miešankách s medziodovým hybridom tráv, z hľadiska ich použitia v osevných postupoch podhorských a horských oblastí.

## Materiál a metódy

Stanovište Liptovská Teplička, kde sa realizovali experimenty, má nasledujúce základné charakteristiky: zemepisná dĺžka 20°06', zemepisná šírka 48°55', nadmorská výška 960 m, dlhodobý priemer zrážok - za rok 950 mm, za vegetačné obdobie 525 mm, dlhodobý priemer denných teplôt - za rok 3,5°C, za vegetáciu 9,5 °C, agroklimatická makrooblasť chladná, oblasť mierne chladná, podoblasť vlhká, agroklimatický okrsok studenej zimy. Geologický substrát tvoria karbonátové horniny, pôdny typ je kambizem typická, pôdny druh hlinitá pôda. V tomto prostredí sme tri roky (2010-2012) sledovali dve odrody d'ateliny lúčnej (*Trifolium pratense* L.) a dve odrody lucerny siatej (*Medicago sativa* L.) v čistých kultúrach a v miešankách s medzirodovým hybridom tráv – MRH (x *Festulolium*). Varianty: 1. *Trifolium pratense* Fresko, 2. *Trifolium pratense* Veles, 3. *Medicago sativa* Kamila, 4. *Medicago sativa* Tereza, 5. *Trifolium pratense* Fresko + MRH Achilles, 6. *Medicago sativa* Tereza + MRH Achilles. Výsevok odrôd *Trifolium pratense* bol cca 7,4 MKS.ha<sup>-1</sup> a *Medicago sativa* cca 7,5 MKS.ha<sup>-1</sup>. Výsevok d'atelinotrávnej a lucernotrávnej miešanky sa určil na 26 kg.ha<sup>-1</sup>, pričom 10 kg pripadlo na d'atelinovinu a 16 kg tvoril trávny druh. Hnojenie v roku sejby: 30 kg N.ha<sup>-1</sup>, 30 kg P.ha<sup>-1</sup> a 60 kg K.ha<sup>-1</sup>. V úžitkových rokoch sa dusíkom nehnojilo a dávky P a K sa upravovali podľa obsahu týchto prvkov v pôde a nadzemnej fytohmoty. Porasty sa v každom roku využívali 3 x kosbou. Pred každou kosbou sa metódou redukovanej projektívnej dominancie vykonala floristická analýza porastov. Pri každej kosbe sa odobrali vzorky fytohmoty na stanovenie produkcie sušiny.

## Výsledky a diskusia

Z floristického hodnotenia porastov pred prvou kosbou v roku sejby vyplynula potreba realizácie odburiňovacej kosby. Porasty boli značne infestované druhmi zo skupiny ostatných bylín (17-38%), pričom aj v skupine trávnych a bôbovitých druhov sa zistilo zastúpenie nesiaticich druhov – teda druhov burinných (tabuľka 1). Z trávnych druhov to bol predovšetkým pýr plazivý (*Agropyron repens* (L.) P. BEAUV.), z bôbovitých druhov hlavne vika vtáčia a vika plotná (*Vicia cracca* L. a *Vicia sepium* L.). Zo skupiny ostatných bylín mali najvyššie zastúpenie ruman roľný (*Anthemis arvensis* L.), pastierska kapsička (*Capsella bursa – pastoris* (L.) MED.), horčica roľná (*Sinapis arvensis* L.) a veronika obyčajná (*Veronica chamaedrys* L.). V porastoch monokultúr bôbovitých druhov boli zaznamenané významné rozdiely v ich zastúpení v porastoch. Odrody *Trifolium pratense* sa prezentovali 74%-ným zastúpením, odrody *Medicago sativa* dosahovali iba 52%, resp. 51%-ný podiel. Pri obidvoch jednoduchých d'atelinovino-trávnych miešankách sme zaznamenali vyrovnaný podiel trávnej zložky (27% a 28%). Prezencia bôbovitých v týchto miešankách sa pri porovnaní s monokultúrami líšila. Pri monokultúrach mali vyššie zastúpenie odrody *Trifolium pratense*, v miešankách sme zaznamenali vyšší podiel *Medicago sativa*. Prvý úžitkový rok (2011) bol pri dorastaní do 1. kosby charakterizovaný vcelku vyrovnaným podielom *Trifolium pratense* v porastoch. Väčšie rozdiely sa zaznamenali medzi odrodami *Medicago sativa*, pričom zapojenejší a kompaktejší porast mala odroda Tereza (graf 1). Podiel d'atelinovinej zložky v jednoduchých miešankách kopíroval zastúpenie d'atelinovín v monokultúrach. Miešanka s *Trifolium pratense* bola vyrovnanejšia, podiel odrody Fresko bol až 60%, miešanka s *Medicago sativa* Tereza mala viac burín i prázdnych miest (grafy 2, 3). Pri dorastaní do druhej kosby sa podiel zaradených odrôd tráv výrazne nemenil, ale podiel *Trifolium pratense* sa znížil (na úkor natívnej *Trifolium repens* L.). Pri odrodách *Medicago sativa* sa v tejto kosbe zaznamenalo viac - menej vyrovnané zastúpenie oboch odrôd (tab. 2). Jednoduché miešanky sa v tomto období nie veľmi líšili od jarného aspektu, i keď nastali

malé posuny medzi zastúpením trávnej a d'atelinovinej zložky. V tretej kosbe je zaujímavý výrazný nárast podielu všetkých štyroch odrôd bôbovitých, pričom odrody *Medicago sativa* zvýšili svoj podiel až o 33% a 28%. Predpokladáme, že sa pri dorastaní do tejto kosby lepšie (vzhľadom na svoje biologické vlastnosti) adaptovali na teplé a suché obdobie daného ročníka ako odrody d'ateliny lúčnej. Zvýšenie podielu d'atelinovinej zložky sa prejavilo aj pri jednoduchých miešankách, kde *Trifolium pratense* zvýšila svoj podiel v porovnaní s druhou kosbou až o 20%.

**Tabuľka 1.** Floristické zloženie porastov (%) 2010

**Table 1** Botanical composition (%) in 2010

Odburiňovacia kosba <sup>1</sup>	Variant <sup>6</sup>					
	1.	2.	3.	4.	5.	6.
Trávy <sup>2</sup>	9	5	8	9	36	34
Bôbovité <sup>3</sup>	74	75	59	53	36	38
Ostatné byliny <sup>4</sup>	17	20	27	30	25	26
Prázdne miesta <sup>5</sup>	-	+	6	8	3	2
<i>x Festulolium</i> ASCHERS. et GRAEBN.	-	-	-	-	27	28
<i>Medicago sativa</i> L.	-	+	52	51	-	38
<i>Trifolium pratense</i> L.	74	74	-	-	32	-

<sup>1</sup> The weed-controlling cut; <sup>2</sup> grasses; <sup>3</sup> legumes; <sup>4</sup> herbs (other); <sup>5</sup> bare ground; <sup>6</sup> treatment

**Tabuľka 2.** Floristické zloženie porastov (%) 2011

**Table 2** Botanical composition (%) in 2011

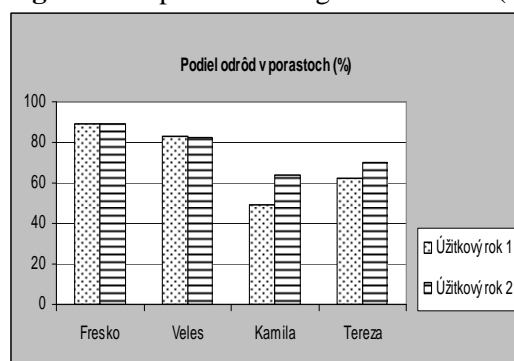
2. kosba <sup>5</sup>	Variant <sup>7</sup>					
	1.	2.	3.	4.	5.	6.
Trávy <sup>1</sup>	13	9	19	15	41/39*	37/33*
Bôbovité <sup>2</sup>	80/78*	79/78*	57/52*	63/59*	53/52*	49/44*
Ostatné byliny <sup>3</sup>	4	8	14	11	2	7
Prázdne miesta <sup>4</sup>	3	4	10	10	4	7
3. kosba <sup>6</sup>						
Trávy <sup>1</sup>	7	5	3	4	26/26*	40/40*
Bôbovité <sup>2</sup>	92/92*	91/90*	91/85*	89/87*	73/72*	58/56*
Ostatné byliny <sup>3</sup>	1	2	5	7	1	2
Prázdne miesta <sup>4</sup>	-	2	1	+	-	-

\*za lomkou je uvedený podiel siateho druhu; \*the sown-species proportion is given after the slash;

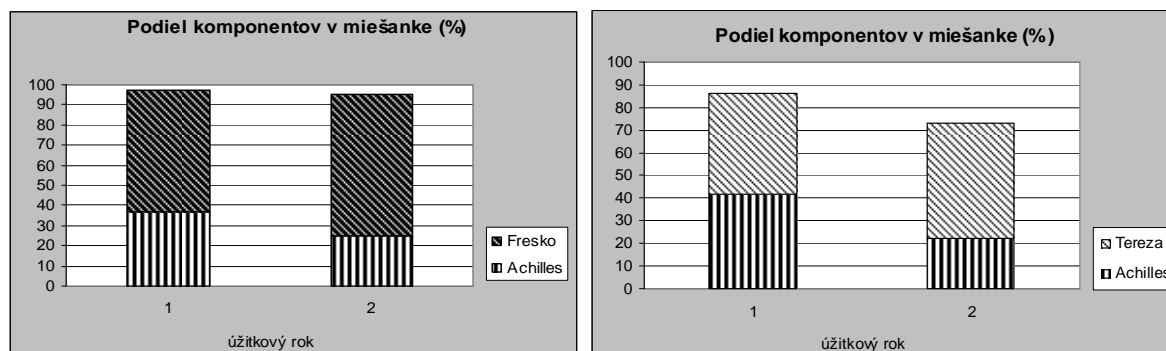
<sup>1</sup> grasses; <sup>2</sup> legumes; <sup>3</sup> herbs (other); <sup>4</sup> bare ground; <sup>5</sup> 2<sup>nd</sup> cut; <sup>6</sup> 3<sup>rd</sup> cut; <sup>7</sup> treatment

**Graf 1.** Podiel odrôd d'atelinovín v porastoch (%) – 1.kosba

**Figure 1** Proportions of legume cultivars (%) in sward at the 1<sup>st</sup> cut (harvest years 1 and 2)



**Grafy 2, 3.** Podiel odrôd v porastoch miešanky s ďatelinou lúčnou a lucernou siatou (%) 1.kosba  
**Figure 2 and Figure 3** Proportions of cultivars (%) in the grass/red clover (cv. Fresko) and grass/alfalfa (cv. Tereza) simple mixtures at the 1<sup>st</sup> cut (harvest years 1 and 2)



V druhom úžitkovom roku (2012) pri dorastaní do prvej kosby sa lepšie uplatnili odrody *Trifolium pratense*, ktorých pokryvnosť bola 89% a 82%, hoci so zastúpením *Medicago sativa* v porastoch 64% a 70% boli aj tieto porasty z krmovinárskeho hľadiska zaujímavé (graf 1). Zaznamenali sme v nich max. 2% ostatných bylín a z nesiatych trávnych druhov v nich dominovala *Poa trivialis* L. Vynikajúce zloženie porastov s vysokým podielom siatych druhov sme zaznamenali pri jednoduchých ďatelinovotravných miešankách. Ďatelinotravná miešanka (graf 2) mala až 70%-ný podiel *Trifolium pratense* a lucernotravná miešanka (graf 3) 51%-ný podiel *Medicago sativa*. Zaznamenali sme tu aj jeden z najnižších podielov ostatných bylín a prázdnych miest. Pri dorastaní do druhej a tretej kosby (tab. 3)) sa v porastoch takmer nevyskytovali prázdne miesta a zvýšil sa aj podiel siatych druhov. Výnimočné boli v tomto období porasty oboch odrôd *Medicago sativa* aj jej jednoduchej miešanky, kde sa zaznamenali až 70 a viac percentné podiely *Medicago sativa* (dorastanie do druhej kosby) a jej viac ako 80%-né podiely pri dorastaní do tretej kosby. Jedny z najmenej zaburinených porastov boli porasty monokultúr *Trifolium pratense* a jej jednoduchej miešanky s medzirodovým hybridom tráv.

**Tabuľka 3.** Floristické zloženie porastov (%) 2012

**Table 3** Botanical composition (%) in 2012

2. kosba <sup>5</sup>	Variant <sup>7</sup>					
	1.	2.	3.	4.	5.	6.
Trávy <sup>1</sup>	7	9	6	5	23/20*	18/15*
Bôbovité <sup>2</sup>	92/91*	90/90*	78/70*	87/80*	76/76*	76/75*
Ostatné byliny <sup>3</sup>	1	1	16	8	1	6
Prázdne miesta <sup>4</sup>	-	-	+	+	-	+
3. kosba <sup>6</sup>						
Trávy <sup>1</sup>	10	5	3	4	14/12*	10/8*
Bôbovité <sup>2</sup>	88/87*	90/89*	90/80*	90/86*	84/83*	86/84*
Ostatné byliny <sup>3</sup>	2	5	7	6	2	4
Prázdne miesta <sup>4</sup>	-	-	+	+	-	+

\*za lomkou je uvedený podiel siateho druhu; \*the sown-species proportion is given after the slash;  
<sup>1</sup> grasses; <sup>2</sup> legumes; <sup>3</sup> herbs (other); <sup>4</sup> bare ground; <sup>5</sup> 2<sup>nd</sup> cut; <sup>6</sup> 3<sup>rd</sup> cut; <sup>7</sup> treatment

Z úrodového hľadiska sa v prvom úžitkovom roku pri ďatelinovinách zaznamenali vyrovnané úrody tak medzi dvoma odrodami *Trifolium pratense* ako aj medzi dvoma odrodami *Medicago sativa*, vyššie úrody však v tomto roku evidujeme pri odrodách *Trifolium pratense*

(graf 4). Jednoduchá d'atelinotrávna miešanka sa produkčne vyrovnala čistej d'ateline lúčnej, lucernotrávna miešanka však predčila čistý porast lucerny siatej. O diferenciách v úrodách sušiny svedčia aj zistené štatistické rozdiely. Pri porovnaní všetkých zaradených variantov sa významné rozdiely zistili medzi odrodami *Trifolium pratense* v čistej kultúre i v miešanke a odrodami Kamila, Tereza a lucernotravnou miešankou ( $LSD_{0,05}=0,928$ ). V rámci podskupín d'atelinových porastov (var. 1, 2, 5) a lucernových porastov (var. 3, 4, 6) sa štatistické rozdiely nezistili ( $LSD_{0,05}=1,240$  pre d'atelinové porasty a  $LSD_{0,05}=0,797$  pre lucernové porasty).

Z publikovaných údajov je zrejmé, že vo väčšine prípadov v druhom úžitkovom roku produkcia sušiny výkonných druhov (akým je aj *Trifolium pratense*) klesá. V našom prípade to neplatí, pretože pri všetkých zaradených variantoch sme v druhom úžitkovom roku zaznamenali nárast produkcie sušiny (tab. 4).

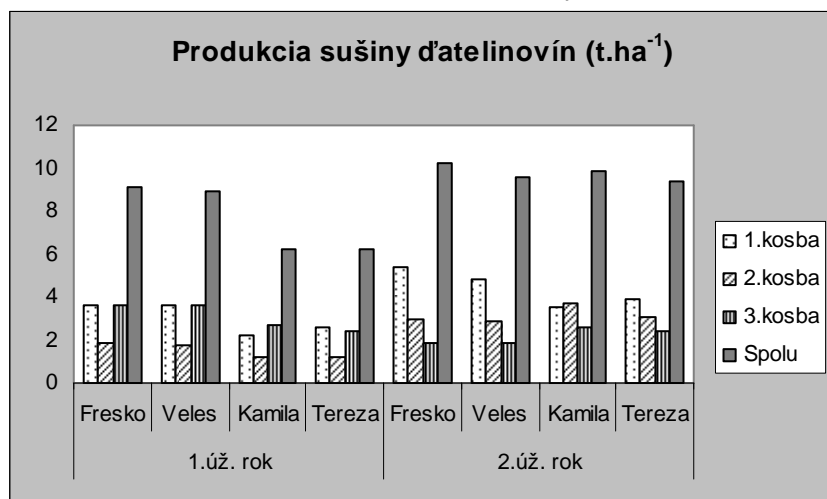
**Tabuľka 4.** Produkcia sušiny ( $t \cdot ha^{-1}$ )  
**Table 4** Dry matter production ( $t \cdot ha^{-1}$ )

Variant <sup>1</sup>	2011	2012
1.	9,108	10,216
2.	8,923	9,557
3.	6,220	9,874
4.	6,241	9,365
5.	9,014	11,103
6.	7,021	10,836

<sup>1</sup> Treatment 1 to 6

**Graf 4.** Produkcia sušiny d'atelinovín  
**Figure 4** Dry matter production ( $t \cdot ha^{-1}$ ) at legumes

(*Trifolium pratense* cvs. Fresko and Veles; *Medicago sativa* cvs. Kamila and Tereza; DM production at the 1<sup>st</sup>, 2<sup>nd</sup>, 3<sup>rd</sup> cuts and in total; in the harvest years 1 and 2)

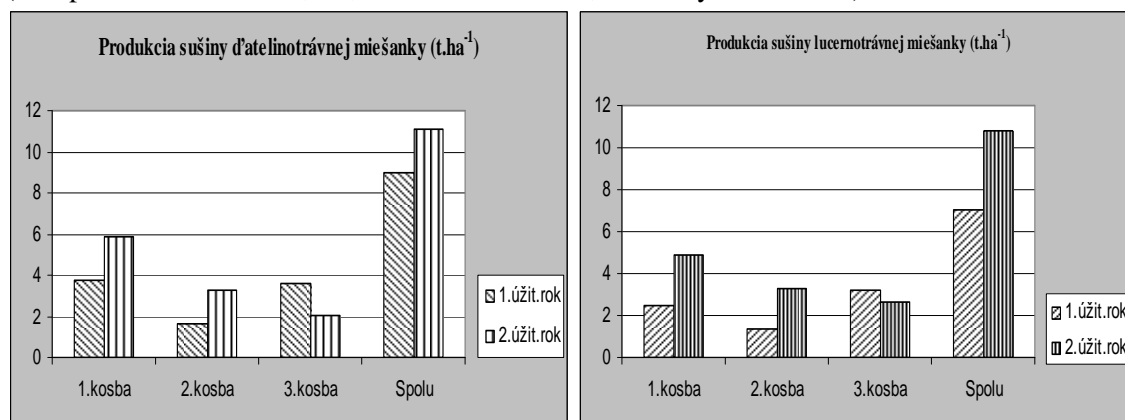


Pri *Trifolium pratense* sa, vzhľadom na biologické vlastnosti, dal očakávať jej ústup z porastov a následne aj pokles úrod sušiny. To sa ale nepotvrdilo, pretože obe odrody d'ateliny lúčnej mali v tomto roku v čistých porastoch vysoké zastúpenie (89%, 82%), čo sa podpísalo aj na zvýšení produkcie sušiny v tomto roku (tab. 4).

Najmarkantnejšie sa však zvýšili úrody oboch odrôd *Medicago sativa* a tiež lucernotravnnej miešanky: o  $3,654 t \cdot ha^{-1}$  a o  $3,124 t \cdot ha^{-1}$  (Kamila, Tereza) a v prípade lucernotravnnej miešanky až o  $3,815 t \cdot ha^{-1}$  v porovnaní s predchádzajúcim rokom (graf 6). Bolton a kol. (1972) uvádza, že úroda krmiva je pri *Medicago sativa* veľmi variabilná, a to v dôsledku rôznych

environmentálnych a agronomických vplyvov. Vzhľadom na nami dosiahnuté úrody v daných stanovištných podmienkach toto tvrdenie platí stopercentne. Zvýšenie úrod sme zaznamenali aj pri d'atelinotrávnej miešanke (graf 5), to však, vzhľadom na vysokú úrodu aj v prvom úžitkovom roku, nebolo až také markantné ako pri lucernotrávnej miešanke. Celková produkcia sušiny d'atelinotrávnej miešanke bola 11,103 t.ha<sup>-1</sup>, čo v podmienkach Liptovskej Tepličky je vynikajúci výsledok. Opäť sa potvrdilo, že d'atelinotrávne miešanky sú produkčnejšie ako čisté porasty *Trifolium pratense*. Jamriška (2000) vidí prednosti d'atelinotravných miešaniek v tom, že trávy lepšie znášajú krycie plodiny, majú lepšiu regeneráciu a po poškodení kompletizujú porast.

**Graf 5, 6.** Produkcia sušiny (t ha<sup>-1</sup>) d'atelinotrávnej a lucernotrávnej miešanke  
**Figure 5 and Figure 6** Dry matter production (t ha<sup>-1</sup>) at the grass/clover and grass/alfalfa mixtures (DM production at the 1<sup>st</sup>, 2<sup>nd</sup>, 3<sup>rd</sup> cuts and in total; harvest years 1 and 2)



## Záver

Pestovanie monokultúr *Trifolium pratense*, *Medicago sativa* a ich jednoduchých miešaniek s MRH tráv ukázalo, že v systéme pestovania viacročných krmovín sa osvedčili jednoduché d'atelinovinotrávne miešanky. Boli výkonnejšie a tvorili kompaktnjšie porasty ako čisté porasty oboch d'atelinovín.

## Literatúra

- Bolton J. L. *et al* (1972) World distribution and historical developments. In HANSON, C. M. (Ed.): *Alfalfa science and technology*. Am. Soc. Agron., Madison, WI (USA), 1972, s. 1-34.
- Frame J (2005) Forage legumes for temperate grassland. Rome : FAO 2005, 309 p., ISBN 92-5-105043-0.
- Hejduk S (2009). Historie pěstování jetele lučního v Evropě. In *Pícninářské listy*, roč. XVI., 2009, s. 48-50.
- Jamriška P (2000) Lepšie využívajme prednosti d'atelinotravných miešaniek. In *Naše pole* 4(3): 18.
- Jamriška P. *et al* (1998) Pestovanie d'atelinovín : príručka. Piešťany : VÚRV, 1998, 67 s.
- Klimes F *et al* (2001) Odrůdy jetele lučního v různých ekologických podmínkách. In *Úroda* 49 (8): 23-25.
- Lichner S *et al* (1983) Krmovinarstvo. Bratislava : Príroda, 1983, 548 s.
- Říha P (2009) Doporučené odrůdy vojtěšky, jetele plazivého a jílku vytrvalého. In *Pícninářské listy*, 16 (1): 5-8.

## **Produkcia sušiny odrôd d'atelinovín v závislosti od meteorologických faktorov na Východoslovenskej nížine**

### **Dry mater production of the clover crops varieties in dependence by meteorological factors of the East Slovak Lowland**

Ladislav Kováč

CVRV – Výskumný ústav agroekológie (PPRC – Agroecology Research Institute), Špitálska 1273, 071 01 Michalovce, Slovakia, kovac@minet.sk

#### **Abstract**

The production parameters of the clover crops varieties were observed between years 2006 and 2008. Experimental workplace Milhostov is located to the central part of the East Slovak Lowland. The course of the meteorological factors in the individual years had statistically significantly effect the dry matter yield of the clover crops. In treatment, the significantly lowest yields were determined for the bird's-foot clover (*Lotus corniculatus*). The highest yields were determined for tetraploid varieties Amos and Magura. In dry conditions of the East Slovak Lowland lower yields were ascertained for diploid varieties in comparison with tetraploid varieties. Base on our results we can recommend the tetraploid varieties Amos and Magura for these conditions. Less suitable is the using of the diploid varieties of red clover and bird's-foot clover.

**Key words:** red clover, bird's-foot clover, varieties, dry matter yields

#### **Úvod**

Atmosférické zrážky, spolu s teplotou vzduchu, sa zvyknú považovať za najdôležitejší meteorologický prvok. Zároveň patria k najpremenlivejším meteorologickým prvkom, tak z priestorového, ako aj časového hľadiska. Atmosférické zrážky najviac ovplyvňuje geografická poloha územia, nadmorská výška, náveternosť, resp. záveternosť územia k prevládajúcemu prúdeniu, prinášajúcemu vlhké vzduchové hmoty a frontálne systémy. Podľa Čepčekovej et al. (2003) premenlivosť ročných úhrnov zrážok v podmienkach Východoslovenského regiónu z priemerných úhrnov za obdobie 190 – 2002 predstavuje 17 až 23 % a z toho najväčšia je pri meteorologických staniách Východoslovenskej nížiny. Východoslovenská nížina (VSN) sa vyznačuje špecifickými pôdno-klimatickými podmienkami, ktoré významne vplyvajú na produkčné parametre d'atelinovín. Z tohto aspektu je dôležité overovanie adaptability viacročných krmovín na ornej pôde ako aj samotných d'atelinovín na dané podmienky stanovišťa (Ilavská, Rataj 1998, Jakubová et al., 2012, Kováč 2003).

#### **Materiál a metóda**

V rokoch 2006 – 2008 bol na experimentálnom pracovisku CVRV – Ústavu agroekológie v Milhostove založený pokus s d'atelinovinami. Pokusná lokalita patrí do teplého a veľmi suchého nížinného kontinentálneho klimatického regiónu. Pokusy sa nachádzajú na ťažkých fluvizemiách glejových v nadmorskej výške 101 m. Dlhodobý priemer zrážok je 559 mm a dlhodobý priemer teplôt 8,9° C. Pokus bol založený v desiatich variantoch a troch opakovaníach. Zloženie variantov je uvedené v tabuľke 1.

**Tabuľka 1.** Zloženia pokusných variantov.**Table 1** Treatments.

Variant <sup>1</sup>	Druh <sup>2</sup>	Odroda <sup>3</sup>
1	ďatelina lúčna <sup>4</sup>	Vesna (4 n)
2	ďatelina lúčna	Radegast (4 n)
3	ďatelina lúčna	Rezista (4 n)
4	ďatelina lúčna	Amos (4 n)
5	ďatelina lúčna	Nodula (4 n)
6	ďatelina lúčna	Margot (4 n)
7	ďatelina lúčna	Magura (4 n)
8	ďatelina lúčna	Marieta (2 n)
9	ďatelina lúčna	Slatina (2 n)
10	ľadenec rožkatý <sup>5</sup>	Polom

<sup>1</sup>variant, <sup>2</sup>sort, <sup>3</sup>variety, <sup>4</sup>red clover, <sup>5</sup>bird's-foot clover

V pokuse bolo zaradených 7 tetraploidných odrôd ďateliny lúčnej a 2 diploidné. Pred sejbou sa aplikoval dusík v dávke 30 kg.ha<sup>-1</sup>, fosfor v dávke 30 kg.ha<sup>-1</sup> a draslík v dávke 60 kg.ha<sup>-1</sup>. V druhom a treťom úžitkovom roku sa aplikoval len fosfor a draslík v tej istej dávke ako pred založením pokusu. Produkcia sušiny sa hodnotila analýzou rozptylu štatisticky významných diferencií.

Poveternostné podmienky na stanovišti v rokoch 2006 až do novembra 2008 sú uvedené v tabuľke 2.

**Tabuľka 2.** Priemerné mesačné teploty vzduchu a úhrny zrážok v Milhostove.**Table 2** Average monthly air temperature and sum of precipitation for Milhostov.

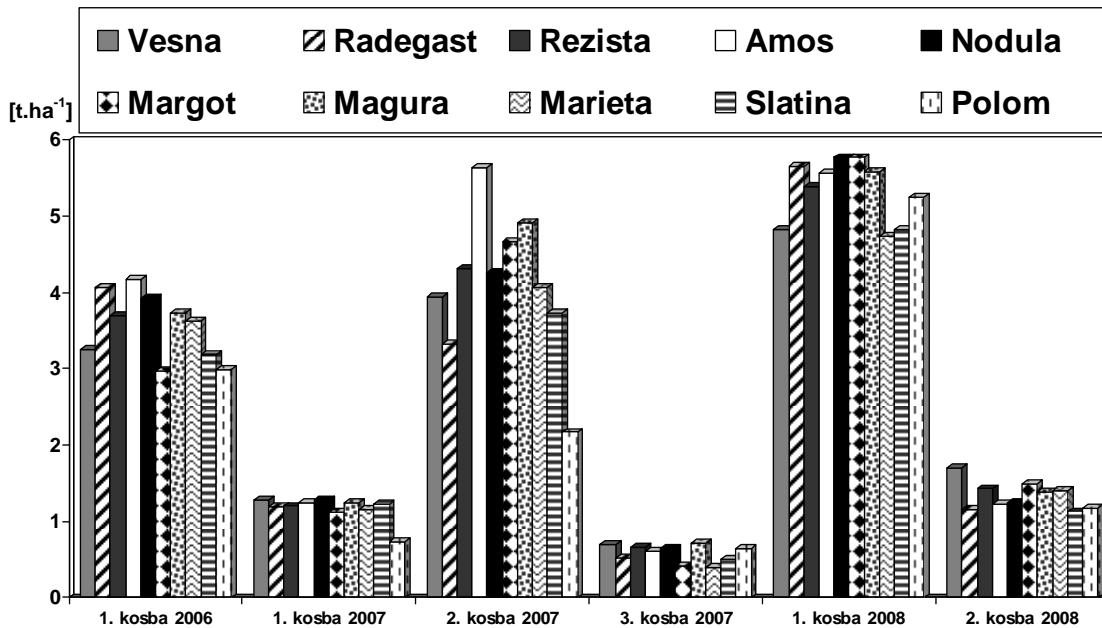
Mesiac <sup>1</sup>	Teplota vzduchu <sup>2</sup> [°C]				Úhrny zrážok <sup>4</sup> [mm]			
	DP <sup>3</sup>	2006	2007	2008	DN <sup>5</sup>	2006	2007	2008
I.	-3,3	-4,7	2,4	-0,5	32	13	40	36
II.	-1,0	-2,6	2,8	2,0	28	41	40	11
III.	3,5	2,3	8,2	5,1	27	48	18	30
IV.	9,7	11,3	11,2	10,7	39	49	6	48
V.	14,6	14,8	17,5	15,0	53	83	38	40
VI.	18,2	18,8	20,7	19,3	78	96	72	61
VII.	19,6	22,5	22,5	19,7	76	18	11	140
VIII.	19,0	18,8	21,7	20,1	63	151	29	53
IX.	14,8	16,3	13,6	14,0	41	5	147	34
X.	9,1	10,3	9,2	10,5	39	23	62	32
XI.	4,0	5,4	2,5	4,9	43	16	26	22
XII.	-0,7	2,2	-0,8	2,0	41	13	29	47
priemer	8,9	9,6	11,0	10,2	∑ 559	556	543	554

<sup>1</sup>month, <sup>2</sup>air temperature, <sup>3</sup>long-time average, <sup>4</sup>sum of precipitation, <sup>5</sup>long-time normal

## Výsledky a diskusia

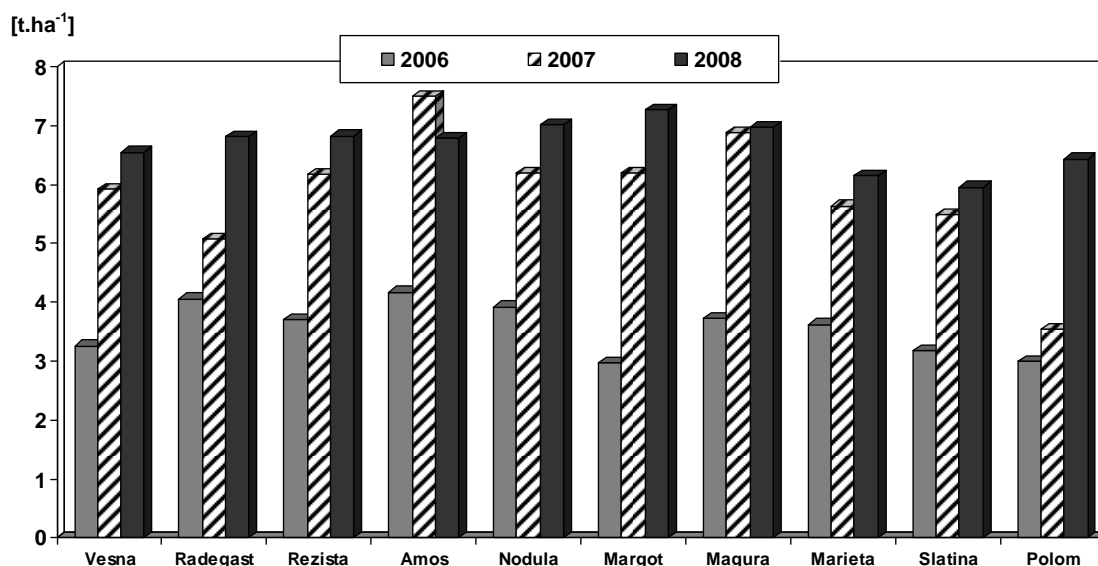
Pokus s odrodami ďatelinovín bol založený v roku 2006. Pre vysokú zaburinenosť sa 18. júla urobila odburiňovacia kosba. Po tejto kosbe denné teploty vystupovali nad 30° C a bolo dlhšie obdobie bez zrážok, ktoré trvalo až do 29. júla, kedy spadlo 11 mm zrážok. Z tohto dôvodu bola prvá kosba urobená až 25.09.2006. Najvyššie produkčné parametre dosahovali odrody Amos s úrodou 4,17 t.ha<sup>-1</sup> sušiny, Radegast s úrodou 4,06 t.ha<sup>-1</sup> sušiny a Nodula s úrodou 3,92 t.ha<sup>-1</sup> sušiny. Nízka úroda (pod 3,0 t.ha<sup>-1</sup>) sušiny bola dosiahnutá pri odrode Margot a ľadenci rožkatom odrody Polom, pri ktorom prevažnú časť produkcie tvorili byliny.





**Graf 1.** Produkcia sušiny d'atelinovín podľa rokov a kosieb.  
**Figure 1** Production of clover crops dry mater by years and mowing.

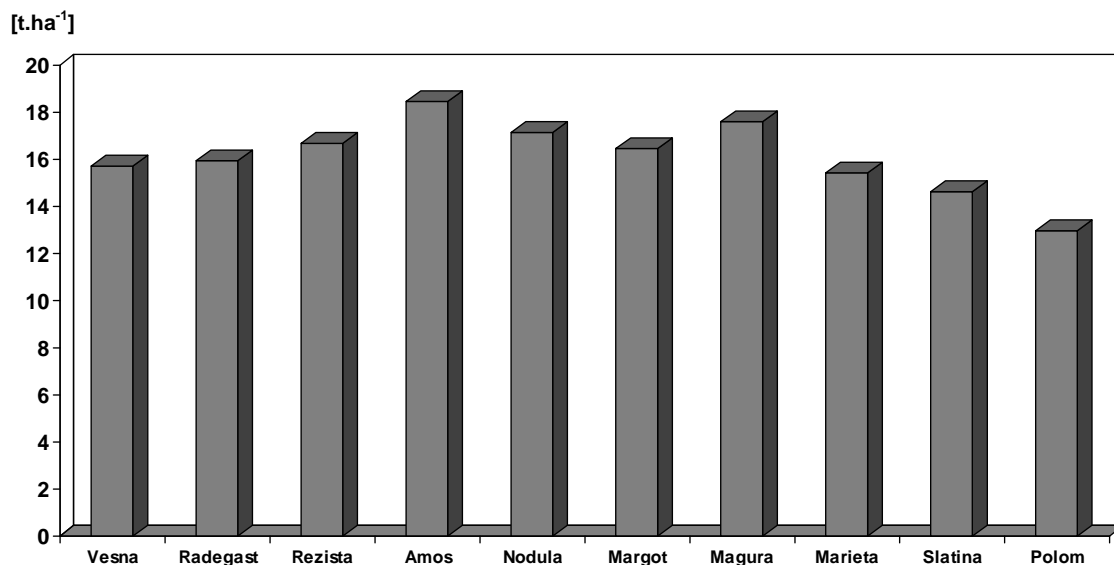
Pokus pokračoval v roku 2007. V danom roku boli urobené tri kosby. Prvá kosba bola 31. 5., druhá 17. 7. a tretia 21. 9. Na výšku produkcie sušiny v roku 2007 výrazne vplývali poveternostné podmienky, keď priemerné teploty od januára do konca augusta každý mesiac prekonávali dlhodobý priemer a suma zrážok každý mesiac od marca do konca augusta výrazne zaostávala za dlhodobým normálom. Septembrové zvýšené zrážky (147 mm) už na výslednú produkciu nemali vplyv, keďže tretia a posledná kosba v roku bola urobená 21.09.2007.



**Graf 2.** Produkcia sušiny d'atelinovín podľa rokov a odrôd.  
**Figure 2** Production of clover crops dry mater by years and varieties.

Podobne ako v prvom, tak aj v druhom úžitkovom roku bola najproduktívnejšia tetraploidná odroda ďateliny lúčnej Amos ( $7,49 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ), pred ďalšou tetraploidnou odrodou Magura s úrodou  $6,87 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  sušiny. Úrody nad  $6 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  boli dosiahnuté ešte pri tetraploidných odrodách Rezista, Nodula a Margot. Diploidné odrody Marieta a Slatina boli úrodovo na nižšej úrovni ( $5,63 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  a  $5,48 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) ako tetraploidné. Najnižšie úrody boli pri ľadenci rožkatom Polom, a to  $3,54 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ .

V roku 2008 boli urobené len dve kosby. Prvá kosba bola 2.6.2008 a druhá 1.8.2008. Pre celkovú výšku produkcie sušiny bola rozhodujúca prvá kosba. Pri tetraploidných odrodách úrodu  $5 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  sušiny nedosiahla len odroda Vesna. Diploidné odrody Marieta a Slatina boli úrodovo tiež pod touto hranicou ( $4,76$  resp.  $4,82 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  sušiny). Odroda Vesna dobre znášala suchý a teplý priebeh počasia po prvej kosbe, porast zostal pomerne kompletný a preto dosiahla v druhej kosbe najvyššiu úrodu sušiny  $1,71 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Pri nižšej úrode v prvej kosbe však pri celkovej úrode tejto odrody boli najnižšie zo všetkých tetraploidných odrôd. Diploidné odrody na stanovišti v Milhostove preukázali nižšie produkčné schopnosti ako tetraploidné odrody.



**Graf 3.** Produkcia sušiny ďatelínovín podľa odrôd spolu za tri úžitkové roky.  
**Figure 3** Production of clover crops dry mater. Sum of three years.

Na základe štatistických hodnotení bola sa významne vyššia úroda dosahovala v poveternostne priaznivejšom roku 2008, pred rokom 2007. Významne nižšie úrody boli dosiahnuté v roku založenia pokusu 2006. Za tri úžitkové roky najvýznamnejšie na úrodu sušiny ďatelínovín vplývali odrody Amos a Magura, ktoré boli v jednej homogénnej skupine oproti ostatným odrodám. Ďalšiu homogénnu skupinu, ktorá štatisticky preukazuje ovplyvňovala úrodu tvorili odrody Magura, Nodula, Rezista a Margot.

Produkčné parametre ďatelínovín pokusu boli nižšie ako v iných pokusoch na tomto stanovišti v predchádzajúcich obdobiach, keď sa v druhom úžitkovom roku dosahovali úrody sušiny od  $10,6 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  do  $12,82 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  (Kováč, 2003). Svoje nižšie úrodové parametre na VSN dosiahol ľadenec rožkatý, čím sa potvrdili výsledky pokusov s touto ďatelínovinou na fluvizemi kultizemnej vo Vysokej nad Uhom (Kováč et al., 2002). Ľadenec rožkatý sa preto odporúča skôr ako doplnková ďatelínovina do ďatelinotravných miešaniiek. Diploidné odrody Marieta a Slatina boli úrodovo na nižšej úrovni ako tetraploidné ďateliny lúčne, čo je v súlade aj s tvrdeniami Ilavskej a Rataja (1998).

## **Záver**

V suchých a teplých podmienkach Východoslovenskej nížiny sa sledovali produkčné parametre vybraných druhov a perspektívnych odrôd d'atelinovín. Na výsledky z pokusných sledovaní výrazne vplývali poveternostné podmienky. Preukazne najvyššie úrody sa dosahovali v treťom úžitkovom roku 2008, pred rokom 2007 a prvým úžitkovým rokom 2006. Najvyššia úroda bola dosiahnutá pri odrode Amos. Druhou najproduktnejšou odrodou bola Magura. Najnižšie úrody sa zaznamenali pri ľadenci rožkatom odrody Polom.

## **Literatúra**

- Čepčková E *et al* (2003) Dlhodobé zmeny atmosférických zrážok na Východoslovenskej nížine. In: Bioklimatologické pracovné dni. Račkova dolina, 2003. ISBN 80-8069-244-0
- Ilavská I – Rataj D (1998) Testovanie vybraného sortimentu tráv a d'atelinovín v monokultúrach a účelových miešankách : Záverečná správa. Banská Bystrica : VÚTPHP, 1998, 41 s.
- Jakubová J *et al* (2012) An impact of rainfall on to yield of clover-grass mixtures dry mass from a first mowing. In: Ecosystems and their functions. Banská Bystrica, 2012, pp. 149-155. ISBN 978-80-89417-40-7
- Kováč L (2003) Úrodové parametre odrôd d'atelinovín na ťažkých fluvizemiach glejových. In: Zborník vedeckých prác OVÚA v Michalovciach. Michalovce : OVÚA, 2003, s. 137-146. ISBN 80-969049-4-9
- Kováč L *et al* (2002) Zabezpečenie potrieb hovädzieho dobytku živinami a energiou z porastov viacročných krmovín v podmienkach VSN : Záverečná správa. Michalovce : OVÚA, 2002, 33 s.

## Kvalitatívne zmeny lucerny siatej a lucernotrávnej miešanky počas vegetačného obdobia v podhorskej oblasti

### Quality changes of *Medicago sativa* and lucerne-grass mixture in sub-mountain area during the vegetation

Ľubica Rajčáková, Roman Mlynár, Martina Vršková

Animal Production Research Centre Nitra, Slovakia, rajcakova@cvzv.sk

#### Abstract

We grew lucerne and its mixture with Italian ryegrass (52 % of lucerne, 45 % Italian ryegrass and 3 % other herbs) in a sub-mountain region, at an altitude above sea level 725 m. The objective was to study the influence of the cut delay on nutritive value of food and to compare differences in feeding quality of the monoculture and mixture.

Our results confirmed that proper timing of harvest is decisive from the viewpoint of nutritive value of feed. Delay of cut causes decrease in concentration of crude protein and water-soluble sugars. At the same time there occurs increase in content of whole fibre complex and decrease in digestibility of organic matter, dry matter and crude protein, which becomes evident by decrease in metabolizable energy, net energy and PDI in the produced feed. Growing lucerne in mixture with Italian ryegrass decreases the content of crude protein in feed but thanks to higher concentration of water-soluble sugars there is better precondition for favourable course of fermentation process compared with pure lucerne stand at silage production.

**Key words:** *Medicago sativa*, lucerne-grass mixture, quality, digestibility, nutrition value

#### Úvod

Vysoké požiadavky kladené na chov hovädzieho dobytku si vyžadujú kvalitnú krmivovú základňu a vyváženú krmnú dávku, ktorá musí pre zvieratá zabezpečiť dostatok energie a živín v požadovanej forme. Základným predpokladom takejto výživy je vysoká kvalita východiskových krmív.

Veľmi cennou krmovinou je z tohto pohľadu lucerna siata. Pre hovädzí dobytok predstavuje dôležitý zdroj bielkovín. Okrem vysokého obsahu dusíkatých látok sa vysoko cení aj pre obsah ostatných živín, a to minerálnych látok (Ca, P, K, Mg, S, Fe) a vitamínov ( $\beta$ -karotén, B, C, D, E, K). Koncentrácia jednotlivých živín je však výrazne ovplyvňovaná klimatickými podmienkami a agrotechnikou pestovania.

Vzhľadom k ťažkej silážovateľnosti *Medicago sativa*, poľnohospodári často využívajú možnosť pestovania lucernotrávnych miešaniek. *Medicago sativa* v kombinácii s trávou vytvára živinovo vyvážené a dobre konzervovateľné krmivo. Prednosťou je aj rovnomernejšie rozdelenie úrody počas vegetácie. Veľmi vhodnými trávovými druhmi pre lucernotrávne miešanky sú *Festuca pratensis*, *Lolium multiflorum* a ich hybridy ale aj *Dactylis glomerata*, či *Phleum pratense*.

Cieľom našej práce bolo sledovať vplyv oneskorenia termínu kosby na nutričnú hodnotu lucernového a lucernotrávneho porastu a porovnať rozdiely v krmnej kvalite monokultúrnej pestovanej *Medicago sativa* oproti jej miešanke s *Lolium multiflorum*.

## Materiál a metódy

V praktických podmienkach poľnohospodárskeho podniku v podhorskej výrobnjej oblasti v nadmorskej výške 725 m sme pestovali *Medicago sativa* a jej miešanku s *Lolium multiflorum*. Monokultúrny porast i miešanka boli pestované v rovnakých agroklimatických podmienkach. Oba porasty boli v prvom úžitkovom roku a odber vzoriek bol u nich vykonávaný v rovnakom termíne. Prvá aj druhá kosba bola realizovaná v dvoch rôznych termínoch.

Priemerné vzorky porastov boli odoberané metódou latinských štvorcov, následne bola odobratá hmota zhomogenizovaná a vysušená pri teplote 60°C. V suchých vzorkách krmiva boli stanovené parametre: obsah sušiny, N-látok, vlákniny, ADV, NDV, celkových a redukujúcich cukrov, tuku a popola. Enzymaticky *in vitro* metódou boli stanovené stráviteľnosť organickej hmoty, sušiny a dusíkatých látok. Všetky použité metódy boli v súlade s platným Výnosom MP SR 2145/2004-100 a smernicou 1972/199/EHS. Z nameraných hodnôt bola vypočítaná netto energia (NEL, NEV) a N-látky skutočne strávené v tenkom čreve zvierat (PDI).

**Tabuľka 1.** Parametre nutričnej hodnoty monokultúrneho porastu *Medicago sativa*  
**Table 1** Nutrition parameters of *Medicago sativa*

	<sup>1</sup> Prvá kosba		<sup>2</sup> Druhá kosba	
	25.5.	8.6.	30.6.	6.7.
<sup>3</sup> Sušina v g.kg <sup>-1</sup>	178,24	235,53	135,51	152,52
<sup>4</sup> OH v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	888,24	908,47	895,44	900,35
<sup>5</sup> N-látky v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	216,16	194,69	291,26	271,88
<sup>6</sup> Hrubá vláknina v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	264,52	293,65	192,72	225,75
<sup>7</sup> ADV v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	279,03	356,14	235,67	294,09
<sup>8</sup> NDV v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	352,69	422,51	269,81	361,54
<sup>9</sup> Hemicelulóza v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	73,66	66,37	34,14	67,45
<sup>10</sup> BNLV v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	382,92	394,33	384,57	376,3
<sup>11</sup> Cukry celkové v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	62,23	57,55	55,26	41,31
<sup>12</sup> Cukry redukujúce v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	35,29	44,36	30,7	23,72
<sup>13</sup> Tuk v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	24,64	25,80	26,88	26,42
<sup>14</sup> Popol v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	111,76	91,53	104,56	99,65
ME v MJ.kg <sup>-1</sup> sušiny	9,46	8,73	9,93	9,50
NEL v MJ.kg <sup>-1</sup> sušiny	5,55	5,03	5,85	5,55
NEV v MJ.kg <sup>-1</sup> sušiny	5,36	4,69	5,68	5,31
PDIN v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	128,54	115,77	173,20	161,67
PDIE v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	81,50	74,56	93,25	88,36
<sup>15</sup> Stráviteľnosť OH %	68,85	62,20	71,08	67,71
<sup>16</sup> Stráviteľnosť sušiny %	62,73	57,09	65,97	62,54
<sup>17</sup> Stráviteľnosť N-látky %	89,66	85,83	89,25	89,47

<sup>1</sup>1. cut <sup>2</sup>2. cut, <sup>3</sup>Dry mater in g, <sup>4</sup>Organic mater in g/kg DM, <sup>5</sup>Crude protein in g/kg DM, <sup>6</sup>Crude fibre in g/kg DM, <sup>7</sup>ADF in g/kg DM, <sup>8</sup>NDF in g/kg DM, <sup>9</sup>Hemicelluloses in g/kg DM, <sup>10</sup>Nitrogen free extract in g/kg DM, <sup>11</sup>Sugar total in g/kg DM, <sup>12</sup>Reduced sugar in g/kg DM, <sup>13</sup>Fat in g/kg DM, <sup>14</sup>Ash in g/kg DM, <sup>15</sup>Digestibility of organic matter, <sup>16</sup>Digestibility of dry mater, <sup>17</sup>Digestibility of crude protein

## Výsledky a diskusia

Krmivo môže mať vysokú stráviteľnosť a vysoký obsah energie iba ak je zberané v optimálnom vegetačnom štádiu. Najvhodnejším obdobím na zber d'atelinovín je štádium začiatku butonizácie, kedy dochádza k tvorbe kvetných púčikov. V tomto období je v lucerne najvyšší obsah N-látok a najnižší obsah vlákniny, preto sme aj v našom experimente orientovali prvý termín zberu prvej aj druhej kosby práve do tejto fázy *Medicago sativa*. Druhý termín zberu prvej kosby bol oneskorený o 14 dní a druhý termín druhej kosby o 7 dní. V tabuľke 1 sme uviedli obsah živín a energie v čistom poraste lucerny počas vegetačného obdobia. Oneskorenie prvej kosby so sebou prinieslo výrazný pokles koncentrácie N-látok a cukrov. Naproti tomu vzrástla úroveň vlákninového komplexu a tuku. Zmeny v obsahu živín sa odrazili na znížení stráviteľnosti organickej hmoty zo 68,85 na 62,20 % a stráviteľnosti N-látok z 89,66 na 85,83 %. Vyšší obsah živín, nižší obsah vlákniny a vyššia stráviteľnosť sa prirodzene odrazili aj na vyššom obsahu energie a dusíkatých látok skutočne strávených v tenkom čreve.

Doležal a Skládanka (2008) konštatujú, že fáza butonizácie trvá relatívne krátku dobu, len 5-7 dní. V priebehu ďalších 14 dní dochádza k výraznému poklesu obsahu dusíkatých látok a k zníženiu stráviteľnosti. V súlade s týmto zistením sú aj naše výsledky.

**Tabuľka 2.** Parametre nutričnej hodnoty lucernotravného porastu

**Table 2** Nutrition parameters of mixture *Medicago sativa* with *Lolium multiflorum*

	Prvá kosba		Druhá kosba	
	25.5.	8.6.	30.6.	6.7.
Sušina v g. kg <sup>-1</sup>	203,87	231,91	138,85	196,21
OH v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	915,37	911,17	892,77	912,65
N-látky v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	200,55	134,17	242,28	196,78
Hrubá vláknina v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	225,69	304,97	210,91	289,51
ADV v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	245,60	338,98	277,89	352,06
NDV v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	372,83	468,42	347,63	450,85
Hemicelulóza v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	127,23	129,44	69,74	98,79
BNLV v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	468,04	447,81	412,74	402,63
Cukry celkové v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	101,65	123,79	72,09	57,50
Cukry redukujúce v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	58,29	52,37	40,21	37,01
Tuk v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	21,09	24,22	26,85	23,73
Popol v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	84,63	88,83	107,23	87,35
ME v MJ.kg <sup>-1</sup> sušiny	9,82	8,41	9,85	8,75
NEL v MJ.kg <sup>-1</sup> sušiny	5,78	4,81	5,86	5,02
NEV v MJ.kg <sup>-1</sup> sušiny	5,61	4,42	5,78	4,66
PDIN v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	119,26	79,78	144,07	117,01
PDIE v g.kg <sup>-1</sup> sušiny	81,22	64,93	87,85	74,50
Stráviteľnosť OH %	69,54	59,73	72,19	61,62
Stráviteľnosť sušiny %	65,35	55,62	67,79	55,33
Stráviteľnosť N-látky %	89,11	84,40	88,64	85,26

The parameters are same as in Table 1.

Šimko a kol. (1998) uvádzajú, že ak je prvá kosba vykonaná dostatočne včas, tak hmotnostný podiel listov na rastline predstavuje 42 – 48 %. V druhej kosbe však tento podiel klesá, a to na 28 – 45 %. Podiel listov je úzko spätý s obsahom dusíka v rastlinách. Problematikou nutričnej hodnoty a jej závislosti od termínu zberu sa zaoberalo viacero autorov (Juráček, 2001, Wilkenmann, 2003, Hakl et al., 2010 a ďalší).

Aj v našom experimente boli medzi prvou a druhou kosbou zistené pomerne vysoké rozdiely v kvalite krmu. Prejavilo sa to najmä vyšším obsahom N-látok a tuku a nižším obsahom vlákniny, ADV, NDV, popola a cukrov v druhej kosbe. Nižšia koncentrácia vodorozpustných cukrov a vyšší obsah bielkovín indikujú, že druhá kosba *Medicago sativa* bola ťažšie silážovateľná ako prvá.

Čerešňáková a kol. (2006) zistili, že s dozrievaním rastlín sa v *Medicago sativa* zvyšoval obsah NDV a všetkých zložiek vlákniny. Rozdiely medzi jednotlivými kosbami boli významné. Súčasne stúpol aj podiel lignínu na obsahu neutrálne detergentnej vlákniny. Naopak, so zvyšovaním obsahu NDV klesal obsah N-látok a klesala aj efektívna degradovateľnosť organickej hmoty a N-látok.

Rovnaké tendencie zmien v obsahu sledovaných živín počas vegetačného obdobia ako u porastu *Medicago sativa* sme zistili aj v lucernotrávnom poraste (tab. 2). Oneskorenie prvej aj druhej kosby však malo za následok výraznejšie zhoršenie kŕmnej hodnoty krmiva.

Potvrdilo sa, že oneskorenie termínu zberu vedie k poklesu stráviteľnosti organickej hmoty a k nárastu obsahu vlákniny, čo má v praxi za následok zníženie príjmu krmiva zvieratami.

Ďalším negatívnym efektom neskorého termínu zberu objemových krmovín je zníženie obsahu živín a energie v rastlinnej hmote.

Pri pestovaní *Medicago sativa* a jej miešanky s *Lolium multiflorum* (52 % *Medicago sativa*, 45 % *Lolium multiflorum* a 3 % ostatných bylín) sme zistili, že prítomnosť *Lolium multiflorum* v miešanke výrazne ovplyvnila koncentráciu viacerých živín počas celého vegetačného obdobia (tab. 1 a 2). Koncentrácia dusíkatých látok bola v miešanke v porovnaní s monokultúrou *Medicago sativa* nižšia. Obsah vlákniny bol nižší len v prvých vegetačných fázach porastu v prvej kosbe ale v neskoršom termíne zberu a v druhej kosbe bol naopak vyšší. Za veľmi dôležitý považujeme výrazný nárast koncentrácie celkových aj redukujúcich cukrov v miešanke počas celého sledovaného obdobia.

## Záver

Naše výsledky potvrdili, že správne načasovanie zberu je rozhodujúce z hľadiska nutričnej hodnoty krmiva. Oneskorenie kosby prináša zníženie koncentrácie N-látok a vodorozpustných cukrov. Súčasne s tým dochádza k zvýšeniu obsahu celého vlákninového komplexu a zníženiu stráviteľnosti sušiny, organickej hmoty aj N-látok, čo sa následne prejavuje znížením netto energie a PDI vo vyrobenom krmive.

Pestovanie *Medicago sativa* v miešanke s *Lolium multiflorum* síce znižuje obsah N-látok v krmive, ale vzhľadom k vyššej koncentrácii vodorozpustných cukrov má miešanka oproti čistému porastu *Medicago sativa* lepší predpoklad pre priaznivý priebeh fermentačného procesu pri výrobe siláže.

## Literatúra

Čerešňáková Z et al (2006) Zloženie bunkových stien lucerny siatej (*Medicago sativa*, L.) a *in sacco* degradácia N-látok a organickej hmoty. Agriculture (Poľnohospodárstvo) 52 (3): 144 – 149.

- Doležal P a Skládanka J (2008) Vliv vegetačního stadia vojtěšky seté na chemické složení a *in sacco* stravitelnost organické hmoty. Acta unv. Agric. et silvic. Mendel. Brun. (sborník MZLU Brno), 56 (1): 55-64.
- Hakl J *et al* (2010) The use of indirect methods for the prediction of luzerne quality in the first cut under the conditions of Central Europe. Czech J. Anim. Sci., 55 (6): 258 -265.
- Juráček M (2001) Vplyv bakteriálno-enzymatických aditív na výživnú hodnotu lucernových siláží. In: IV. Kábrtovy dny, Brno: 20.září 2001, s. 84 – 88.
- Šimko J *et al* (1998) Krmivárstvo, 1. Vyd. SPU Nitra, s. 24 – 25, ISBN 80-7137-508-8.
- Wilkenmann J (2003) Silážovať vojtěšku beze strát. Úspěch ve stáji (1): 5.



## Kvalita sena z horských trávnych porastov

### Quality hay from the mountain grasslands

Stela Jendrišáková<sup>1</sup>

<sup>1</sup>SCPV- Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva (Grassland and Mountain Agriculture Research Institute), Mládežnícka 36, 974 21 Banská Bystrica, Slovakia, jendrisakova@vutphp.sk

#### Abstract

During 2008 – 2009, the impact of agri-environmental management on xerophytic (XG), mesophilous (MG) and hygrophilous (HG) grasslands in less-favoured areas (LFA) was monitored in the “Poľana Protected Bird Area”. The agricultural farm “PD Bukovina Strelníky” is involved in the Rural Development Plan, Measure: Agri-environment “Conservation of habitats in semi-natural and natural permanent grasslands”. The grassland is utilised by cutting once a year and also by lax grazing with sheep. The nutritive value of herbage was assessed at the time of cutting and grazing. The lowest crude protein content was recorded in XG (99.80 g.kg<sup>-1</sup>). Hygrophilous grasslands reached an acceptable content of crude protein (111.83 g.kg<sup>-1</sup>). The fibre content varied in acceptable range in all types of grassland (212.40 g.kg<sup>-1</sup> - 2.13 g.kg<sup>-1</sup>). The content of phosphorus was low in herbage from all the grassland habitats (1.45 g.kg<sup>-1</sup> - 2.13 g.kg<sup>-1</sup>). Mean values of kalium content ranged between 20.53 g.kg<sup>-1</sup> in XG and 21.74 g.kg<sup>-1</sup> in HG. According to the requirements for evaluation of forage quality (in accordance with the Decree of the Ministry of Agriculture No.39/2/2002-100), the hay made from the sward cut in its optimum ripeness at the evaluated grasslands would be classified as the Category II, but the hay made at cutting later in the growing season is the Category III.

**Keywords:** energy, forage, grass, less-favoured areas, protected bird area, protein

#### Úvod

Poľana je jedným z piatich najvýznamnejších území na Slovensku pre hniezdenie druhov vtáctva. Dňa 1.2.2008 bolo územie vyhlásené za chránené vtáčie územie z dôvodu hniezdenia druhov škovránok stromový (*Lullula arborea*), strakoš kolesár (*Lanius minor*), jariabok hôrny (*Bonasa bonasia*), tetrov hlucháň (*Tetrao urogallus*). K zakázaným činnostiam pre monitorované trávne porasty v chránenom vtáčom území patrí mechanizované kosenie od 1. mája do 31. júla. Na tomto type porastov sa realizuje kosba od stredu ku krajom alebo od jednej strany pozemku k druhej a to v stanovenom termíne (*termín kosieb podľa typu biotopu stanovuje štátna ochrana prírody*). Z tohto dôvodu dochádza k nedodržaniu termínu zberu krmiva v senokosnej zrelosti. Ekonomicky efektívne hospodárenie na biotopoch komplikuje i fakt, že porasty patria do horských znevýhodnených oblastí - less-favoured areas (LFA).

#### Materiál a metódy

Biotypy patria do územia CHKO Poľana. Z hľadiska geomorfologického členenia Slovenska (Mazúr, Lukniš 1980) patrí lokalita do oblasti Slovenské stredohorie, celku Zvolenská kotlina, oddielu Povraznícka brázda (hranica celku Poľana prebieha južne od obce Strelníky). Fytogeograficky náleží do podokresu Poľana (Futák 1966). Floristicky patrí územie do oblasti západokarpatskej flóry (*Carpaticum occidentale*), obvodu predkarpatskej flóry (*Praecarpaticum*), okresu Slovenské stredohorie a podokresu Poľana. (Futák 1980). Podložie je tvorené andezitovými lávovými prúdmi (Dublan a Jánošová, 1991), ktoré pokrývajú hlboké a živné kambizeme (Hraško *et al.* 1980). Skúmané biotypy trávnych porastov sa nachádzajú severovýchodne od obce Strelníky, pod svahom Hutnej doliny v nadmorskej výške od 645 – 665 m, s juhovýchodnou až východnou expozíciou. Územie sa nachádza v slabo mierne teplej agroklimatickej oblasti s priemernou ročnou teplotou 8,1°C a ročným úhrnom zrážok 795 mm. V priebehu vegetačného obdobia 5-krát (jún, júl, august, september, október) sme odobrali vzorky objemového krmiva a následne sme hodnotili vplyv manažmentu, ročníka a termín odberu na kvalitu sena a výživnú hodnotu objemového krmiva. Laboratórne rozbor obsah živín v krmive boli realizované podľa Výnosu MP SR č. 2145/2004-100. Stanovili sme obsah sušiny – gravimetricky, vlákny – podľa Hanneberg-Stolmanna, tuk – podľa Soxhlet-Henkela, popol – gravimetricky, NL – Kjeldhalovou metódou x 6,25 a spektrofotometricky obsah P, K, Ca, Mg. Výživná hodnota krmiva (NEL, NEV, ME, PDI, SOH) bola vypočítaná podľa Výnosu MP SR č. 39/2/2002-100. Výsledky boli vyhodnotené štatistickým softvérom STATIT metódou analýzy rozptylu ANOVA s testovaním rozdielov Tukeyovým testom.

## Výsledky a diskusia

Počas rokov (2008-2009) sme hodnotili krmivo zo suchomilných (STP), mezofilných (MTP) a vlhkomilných (VTP) typov trávnych porastov. Najnižší obsah dusíkatých látok bol zaznamenaný pri STP (tabuľka 1). Najvyššie hodnoty boli zaznamenané v prvom a treťom odbere, najnižšie v druhom odbere. Obsah vlákny sa pohyboval na všetkých typoch trávnych porastov v prijateľnom rozpätí od 212,40 g.kg<sup>-1</sup> do 275,73 g.kg<sup>-1</sup> (tabuľka 1). Štatisticky významne vyššie hodnoty boli zistené v druhom odbere. Podľa požiadaviek pre kvalitatívne hodnotenie objemového krmiva patrí seno vybraných biotopov z kosieb realizovaných v termínoch senokosnej zrelosti do II. Triedy.

Pre efektívne využitie živín v krmivách resp. kŕmnych dávkach, ktoré sú prijaté zvieratami je veľmi významný pomer medzi energiou a dusíkatými látkami (Pozdíšek a Bjelka, 2002). Buchgraber (2002) uvádza, že v zásade rozoznávame tri podstatné hospodárske možnosti ako zvýšiť obsah N-látok v krme. Jedná sa o hnojenie, termín zberu a podiel d'atelinovín v krme. Krmivo z TTP s vyšším podielom listov a nízkym obsahom vlákny dosahuje hodnôt 150 až 200 g N- látok.kg<sup>-1</sup> sušiny.

Pri neskoršom zbere (u nás praktizovanom v období „kvitnutia lúk“) sa rýchlo znižuje kvalita krmiva, zvlášť koncentrácia energie a klesá množstvo zásobných látok (Hrabě, 2011). Kŕmnu zrelosť je nutné definovať k spôsobu využívania krmiva. Vhodné obdobie (fenofáza) pre zber je rozdielne nielen u výroby sena a siláže, ale i u pastvy. Určenie doby zberu musí mimo produkcie a kvality krmiva zohľadňovať i vplyv na vnútorný vývoj rastlín – napr. dynamiku tvorby nových odnoží (Hrabě, 2011).

Najvhodnejší termín na spásanie je pasienková zrelosť v období odnožovania a steblovania, pri výške 100 až 250 mm (Uhliarová *et al.*, 2011; Šúr *et al.*, 2002). Prestarnutý porast zvieratá ťažšie prijímajú, čo nepriaznivo ovplyvňuje nielen ich úžitkovosť, ale negatívne ovplyvňuje aj pasienkový porast. Ostáva v ňom veľa nedopaskov, ktoré podporujú nežiaduce zmeny pasienka. Okrem toho sa predlžuje aj doba pasenia zvierat (Uhliarová, *et al.* 2011; Šúr *et al.* 2002). Uplatňovanie agroenvironmentálneho programu na vybraných biotopoch prispelo

k zachovaniu biodiverzity, viedlo k zlepšeniu druhového zloženia biotopov, v priemere patrili trávne porasty medzi menej hodnotné až hodnotné trávne porasty, najnižšiu  $E_{GQ}$ -bonitu trávnych porastov dosiahli všetky typy v letnom období (Jendrišáková, Jančová, Kizeková, 2011). Kvalita má priamu väzbu na zdravie a úžitkovosť zvierat, a v konečnom dôsledku na ekonomický profit chovu (Míka, et al. 2002). V našej práci sme zistili, že ak sa na trávnych porastoch nerealizuje ani jeden z týchto zásahov obsah N- látok v krmive je nízky a nedostačujúci pre výživu prežúvavcov. Analýzu dosiahnutých výsledkov výživnej hodnoty uvádzame v tabuľke 2. Najnižšie hodnoty koncentrácie ME, NEL, NEV, PDI a stráviteľnosť organickej hmoty boli evidované v druhom odbere. Objemové krmivo biotopov trávnych porastov sa vyznačuje nízkym obsahom fosforu. Tento efekt je pravdepodobne spôsobený nízkym zastúpením leguminóz vo všetkých typoch monitorovaných porastov. Priemerné hodnoty koncentrácie draslíka sa pohybovali od  $20,53 \text{ g.kg}^{-1}$  na STP do  $21,74 \text{ g.kg}^{-1}$  na VTP. V priebehu vegetačného obdobia sa obsah K znižoval. Opačnú tendenciu mal obsah Ca, kde koncentrácia stúpala od prvého odboru ku poslednému. Obsah Mg podobne ako obsah Ca pokrýval potreby zvierat a jeho koncentrácia sa signifikantne zvyšovala ku koncu vegetačného obdobia (tabuľka 3). Optimálny pomer P : Ca pre rast a vývin kostí prežúvavcov je 1 : 1 až 1 : 2 (Whitehead, 2000). Z tabuľky 3 je zrejmé, že pomer P : Ca nebol nepriaznivý, či už pri hodnotení vybraných typov trávnych porastov alebo pri hodnotení termínu odboru. Najvyššie hodnoty boli zaznamenané na STP a koncom vegetačného obdobia. Rozširovanie pomeru bolo spôsobené znižovaním obsahu P ku koncu vegetačného obdobia so súčasným zvyšovaním koncentrácie Ca. Pomer (Ca + Mg) : K bol podobne ako pomer P : Ca nevhodný pre zvieratá, avšak jeho hodnoty koncom vegetačného obdobia dosiahli optimálnu hodnotu.

Produkčný význam trvalých trávnych porastov spočíva v tom, že zvlášť v LFA predstavujú dôležitý zdroj objemového glycido-bielkovinového krmiva pre hospodárske zvieratá (Pozdíšek *et al.*, 2004). Poloprirodné porasty patria k biómom, ktorých zárukou stability a trvale udržateľnej produktivity i v stresových podmienkach je ich vysoká druhová diverzita (Holúbek *et al.*, 2002).

## Záver

Na monitorovaných porastoch bola realizovaná len jedna kosba počas vegetačného obdobia v čase až po senokosnej zrelosti. Hnojenie bolo zabezpečené len exkrementami zvierat, ktoré prepásali odrastené porasty. V práci sme zistili, že neskorý termín kosby vedie k produkcii objemového krmiva s nízkou nutričnou hodnotou spolu s nízkou stráviteľnosťou organickej hmoty. Kvalita sena v druhom termíne odboru, ktorý bol skutočným termínom kosby, klesla až na najnižšiu triedu kvality, t.j. 3. triedu, z toho dôvodu konštatujeme, že neskorý termín kosby významne a negatívne ovplyvňuje kvalitu a ekonomiku výroby kvalitného sena.

## Literatúra

- Buchgraber K (2002). Píce z TTP jako alternativní zdroj bílkovin. In *Obhospodařování travních porostů a jejich využití skotem v době přibližování ČR do Evropské unie*. Praha: Sborník z mezinárodní vědecké konference VURV v Praze. 2002, s. 180-183. ISBN 80-86555-11-9.
- Dublán L a Jánošová J (1991) Geologická stavba kaldery Poľany. *Stredné Slovensko, Banská Bystrica*, 10: 19–38.
- Futák J (1980) Fytogeografické členenie (1:1 000 000). In: Mazúr, E. et al.: Atlas SSR, p. 88, Veda, Bratislava
- Holúbek R a Holúbeková A (2002). Quality of Dry Matter of Perennial Grass Stand and Grass

Stand with Additional Sowing Fertilized by Phosphorus and Potassium. In *Agriculture*, vol. 48, 2002, no. 12, p. 632-638. ISSN 0551-3677.

Hrabě F (2011). Trvalé travní porosty – zakládání, obnova, využívání, pastva. In *Metodické Listy*. <http://www.eposcr.eu/wp-content/uploads/2011/04/ML13-TTP.pdf>

Hraško J *et al* (1980) Pôdne typy. In: Mazúr, E. (ed.): Atlas SSR. SAV a SÚGK, Bratislava, p. 70–71.

Jendrišáková S *et al* (2011). Agroenvironmentálne obhospodarovanie biotopov trávnych porastov. = Agri- environmental management of grassland. -1. - Banská Bystrica : CVRV- Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva, 2011. – 150 s. - ISBN 978-80-89417-18-6.

Mazúr E a Lukniš M (1980) Atlas krajiny SR. Bratislava : MŽP SR, B. Bystrica : SAŽP, 2002, s. 88, resp. Atlas SSR. Bratislava : SAV; SÚGK, 1980.

Míka V *et al* (2002). Kvalita píce ekotypů a kultivarů Dactylis: Přehled publikovaných vlastních výsledků. In *Obhospodařování travních porostů a jejich využití skotem v době přibližování ČR do Evropské unie*. Praha: Sborník z mezinárodní vědecké konference VURV v Praze. 2002, s.53-56. ISBN 80-86555-11-9

Pozdíšek J *et al* (2004): Využití trvalých travních porostu chovem skotu bez tržní produkce mléka. *Zemědělské informace*, c. 2, ÚZPI, Praha, 103 s.

Pozdíšek J a Bjelka M (2002). Výživa a krmení skotu v systému bez tržní produkce mléka. In *Obhospodařování travních porostů a jejich využití skotem v době přibližování ČR do Evropské unie*. Praha: Sborník z mezinárodní vědecké konference VURV v Praze. 2002, s. 165-173. ISBN 80-86555-11-9

Šúr D *et al* (2002): Průručka pasienkára. I. Systémy pasenia. II. Technické zariadenia na pasienkoch. Vyd. Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva, Banská Bystrica, 212 s.

Uhliarová E *et al* (2011). Manažmentový model pre mezofilné pasienky [elektronický zdroj]. Bratislava : Daphne, 2011. 32 s. Dostupné na internete: <[http://www.daphne.sk/sites/daphne.sk/files/uploads/MM09\\_Cynosurion.pdf](http://www.daphne.sk/sites/daphne.sk/files/uploads/MM09_Cynosurion.pdf)>.

Whitehead D.C (2000). Nutrient elements in grassland: soil – plant – animal relationships. Wallingford: CABI Publishing, 2000. 369 s. ISBN 0–851999-437-7.

**Tabuľka 1.** Vplyv typu porastu a termínu odberu na obsah vlákniny a dusíkatých látok v objemovom krmive

**Table 1** Impact of grassland type and sampling on the content of fibre and crude protein in herbage

<sup>1</sup> Faktor		<sup>2*</sup> Vláknina [g.kg <sup>-1</sup> ]	<sup>3*</sup> NL [g.kg <sup>-1</sup> ]	<sup>4</sup> Kvalita sena/ trieda
<sup>5</sup> Typ porastu	<sup>7</sup> STP	238.04 <sup>a</sup>	99.80 <sup>a</sup>	II.
	<sup>8</sup> MTP	230.25 <sup>a</sup>	103.70 <sup>a</sup>	II.
	<sup>9</sup> VTP	222.29 <sup>a</sup>	111.83 <sup>a</sup>	II.
<sup>6</sup> Odber	1.	212.40 <sup>a</sup>	111.27 <sup>a</sup>	II.
	2.	275.73 <sup>b</sup>	93.07 <sup>a</sup>	III.
	3.	230.80 <sup>ab</sup>	112.12 <sup>a</sup>	II.
	4.	223.65 <sup>ab</sup>	96.49 <sup>a</sup>	II.
	5.	225.58 <sup>ab</sup>	99.44 <sup>a</sup>	II.

\*Priemery v rámci stĺpca s rozdielnymi písmenami sú štatisticky významné na hladine  $\alpha = 0,05$ .

\*Means within columns with different letters are significantly different at  $\alpha = 0.05$ .

<sup>1</sup>Faktor, <sup>2</sup>Fibre, <sup>3</sup>Crude protein, <sup>4</sup>Hay quality/class, <sup>5</sup>Grassland type, <sup>6</sup>Sampling, <sup>7</sup>xerophytic grassland (XG), <sup>8</sup>mesophilous grassland (MG) <sup>9</sup>hygrophilous grassland (HG)

**Tabuľka 2.** Vplyv typu porastu a termínu odberu na ME, NEL, NEV, PDI, SOH v objemovom krmive

**Table 2** Impact of grassland type and sampling ME, NEL, NEV, PDI, DOM in herbage

<sup>1</sup> Faktor		<sup>2*</sup> ME [MJ.kg <sup>-1</sup> ]	<sup>3*</sup> NEL [MJ.kg <sup>-1</sup> ]	<sup>4*</sup> NEV [MJ.kg <sup>-1</sup> ]	<sup>5*</sup> PDI [g.kg <sup>-1</sup> ]	<sup>6*</sup> SOH [g.kg <sup>-1</sup> ]
<sup>7</sup> Typ porastu	<sup>9</sup> STP	8.04 <sup>a</sup>	4.61 <sup>a</sup>	4.26 <sup>a</sup>	66.82 <sup>a</sup>	530.14 <sup>a</sup>
	<sup>10</sup> MTP	8.03 <sup>a</sup>	4.61 <sup>a</sup>	4.25 <sup>a</sup>	67.68 <sup>a</sup>	529.52 <sup>a</sup>
	<sup>11</sup> VTP	8.01 <sup>a</sup>	4.59 <sup>a</sup>	4.24 <sup>a</sup>	69.01 <sup>a</sup>	528.27 <sup>a</sup>
<sup>8</sup> Odber	1.	7.95 <sup>a</sup>	4.54 <sup>a</sup>	4.17 <sup>a</sup>	69.93 <sup>a</sup>	524.33 <sup>a</sup>
	2.	7.69 <sup>a</sup>	4.38 <sup>a</sup>	4.00 <sup>a</sup>	63.95 <sup>a</sup>	506.93 <sup>a</sup>
	3.	8.48 <sup>a</sup>	4.91 <sup>a</sup>	4.64 <sup>a</sup>	69.95 <sup>a</sup>	559.34 <sup>a</sup>
	4.	7.80 <sup>a</sup>	4.45 <sup>a</sup>	4.08 <sup>a</sup>	65.72 <sup>a</sup>	513.94 <sup>a</sup>
	5.	7.84 <sup>a</sup>	4.46 <sup>a</sup>	4.07 <sup>a</sup>	65.44 <sup>a</sup>	516.95 <sup>a</sup>

\*Priemery v rámci stĺpca s rozdielnymi písmenami sú štatisticky významné na hladine  $\alpha = 0,05$ .

\*Means within columns with different letters are significantly different at  $\alpha = 0.05$ .

<sup>1</sup>Faktor, <sup>2</sup>Metabolizovateľná energia, <sup>3</sup>Netto energia laktácie, <sup>4</sup>Netto energia výkrmu, <sup>5</sup>Nedegradované N - látky krmiva skutočne stráviteľné v tenkom čreve, <sup>6</sup>Stráviteľná organická hmota

<sup>1</sup>Faktor, <sup>2</sup>Metabolisable energy, <sup>3</sup>Net energy lactation, <sup>4</sup>Net energy fattening, <sup>5</sup>Protein digestible in intestine, <sup>6</sup>Digestible organic matter, <sup>7</sup>Grassland type, <sup>8</sup>Sampling, <sup>9</sup>xerophytic grassland (XG), <sup>10</sup>mesophilous grassland (MG) <sup>11</sup>hygrophilous grassland (HG)

**Tabuľka 3.** Vplyv typu porastu a termínu odberu na obsah a pomer živín v objemovom krmive

**Table 3** Impact of grassland type and sampling on the content of nutrients and nutrient ratio in herbage

<sup>1</sup> Faktor		<sup>2*</sup> P [g.kg <sup>-1</sup> ]	<sup>3*</sup> K [g.kg <sup>-1</sup> ]	<sup>4*</sup> Ca [g.kg <sup>-1</sup> ]	<sup>5*</sup> Mg [g.kg <sup>-1</sup> ]	<sup>*</sup> P : Ca	<sup>*</sup> (Ca+Mg) : K
<sup>6</sup> Typ porastu	<sup>8</sup> STP	1.52 <sup>a</sup>	20.53 <sup>a</sup>	8.69 <sup>a</sup>	2.51 <sup>a</sup>	5.75 <sup>a</sup>	1.88 <sup>a</sup>
	<sup>9</sup> MTP	1.69 <sup>a</sup>	21.42 <sup>a</sup>	8.74 <sup>a</sup>	2.42 <sup>a</sup>	5.28 <sup>a</sup>	1.98 <sup>a</sup>
	<sup>10</sup> VTP	2.13 <sup>a</sup>	21.74 <sup>a</sup>	8.51 <sup>a</sup>	2.29 <sup>a</sup>	4.42 <sup>a</sup>	2.10 <sup>a</sup>
<sup>7</sup> Odber	1.	1.70 <sup>a</sup>	22.77 <sup>a</sup>	7.78 <sup>a</sup>	2.10 <sup>a</sup>	4.67 <sup>a</sup>	2.32 <sup>a</sup>
	2.	1.78 <sup>a</sup>	19.32 <sup>a</sup>	7.82 <sup>a</sup>	2.13 <sup>a</sup>	4.91 <sup>a</sup>	1.96 <sup>a</sup>
	3.	2.11 <sup>a</sup>	23.37 <sup>a</sup>	9.10 <sup>a</sup>	2.56 <sup>ab</sup>	4.59 <sup>a</sup>	2.10 <sup>a</sup>
	4.	1.45 <sup>a</sup>	19.76 <sup>a</sup>	8.46 <sup>a</sup>	2.43 <sup>ab</sup>	5.95 <sup>a</sup>	1.83 <sup>a</sup>
	5.	1.61 <sup>a</sup>	17.25 <sup>a</sup>	10.40 <sup>a</sup>	2.98 <sup>b</sup>	6.66 <sup>a</sup>	1.29 <sup>a</sup>

\*Priemery v rámci stĺpca s rozdielnymi písmenami sú štatisticky významné na hladine  $\alpha = 0,05$ .

\*Means within columns with different letters are significantly different at  $\alpha = 0.05$ .

<sup>1</sup>Faktor, <sup>2</sup>Phosphor, <sup>3</sup>Kalium, <sup>4</sup>Calcium, <sup>4</sup>Magnesium, <sup>5</sup>Grassland type, <sup>6</sup>Sampling,

<sup>7</sup>xerophytic grassland (XG), <sup>8</sup>mesophilous grassland (MG) <sup>9</sup>hygrophilous grassland (HG)

## Zpracování zbytkové travní hmoty

### Processing of residual grass material

Petr Plíva, Pavel Kovaříček, Marcela Vlášková

Výzkumný ústav zemědělské techniky, v.v.i. (Research Institute of Agricultural Engineering)  
Drnovská 507, 161 01 Praha 6 – Ruzyně, Czech Republic petr.pliva@vuzt.cz

#### Abstract

Permanent grasslands are an important part of the agricultural landscape. They represent more than twenty percent of agricultural land in the Czech Republic. It is roughly 970 thousand hectares, and a part of this about 800 thousand hectares is used for forage production. The role of permanent grassland lies not only in the production of roughage for ruminants, the focus is now also on a number of non-production functions related to environmental protection maintenance and designing landscapes, but also the need for revitalization of species diversity.

**Keywords:** grass material, permanent grassland, composting, composts turner, soil erosion

#### Úvod

Kompostováním zbytkové travní hmoty, zejména z údržby trvalých travních porostů (dále jen TTP), lze získat stabilizovanou organickou hmotu s humusovými látkami a rostlinnými živinami, která je dále využitelná jako účinné organické hnojivo. Část organických látek (OL) se každoročně spotřebovává mineralizačními pochody v půdě. K zabezpečení vyrovnané bilance OL v půdě je třeba na 1 ha orné půdy dodat každoročním organickým hnojením cca 1,5-2,2 tun sušiny OL.

Stupeň zastoupení organické hmoty v půdě může být označen jako indikátor půdní kvality, protože povrchová organická hmota je hlavní prostředek při ochraně půdy před erozí, ovlivňuje infiltraci vody do půdy a zadržuje živiny. Kompostování nabývá na významu i v souvislosti s potřebou účelného nakládání s biologicky rozložitelnými odpady v ČR. Travní fytomasa má většinou optimální chemické složení pro kompostování. Je zdrojem organické hmoty, dusíku a dalších živin. Samotná travní hmota se ale kompostuje obtížně, proto je vhodné přidat do zakládky kompostu další suroviny, např. dřevní štěpku, listí, zeminu apod. (Kollárová, 2007).

Úspěšnost kompostování travní hmoty spočívá ve správně sestavené surovinové skladbě, zabezpečení homogenity kompostovaných surovin a dostatečné aeraci zrajícího kompostu (Plíva, 2009).

Zakládky kompostu na venkovní, nezabezpečené ploše jsou bezprostředně vystaveny klimatickým vlivům, které působí na průběh kompostovacího procesu. Proto je pro udržení potřebných teplotních, vlhkostních a aerobních podmínek vhodné zakrývat pásové hromady kompostu plachtou. Zakrývání hromad má zabezpečit podmínky pro správný průběh kompostovacího procesu. Příkladem plachty, která je vhodná na přikrývání hromad kompostu a využitelná při technologii řízeného kompostování v pásových hromadách, je kompostovací plachta TopTEX.

V rámci řešení výzkumného projektu NAZV č. QJ1210263 „Agronomická opatření ke snížení vodní eroze na orné půdě s využitím zapravení organické hmoty“ se ověřila možnost zpracování přebytečné travní hmoty z údržby TTP na kompost. Praktické ověřování bylo prováděno ve spolupráci se zemědělským podnikem BEMAGRO, a.s. v Malontech (Kovaříček a kol., 2012).

## Materiál a metody

### Charakteristika podniku

Zemědělský podnik BEMAGRO, a.s. se sídlem v Malontech u Kaplice leží v podhorské oblasti Novohradských hor, v nadmořské výšce 600-700 m. Podnebí je mírně teplé, srážky v nižších polohách nepřesahují 700 mm, průměrná roční teplota se pohybuje v rozmezí 7,1-8,0 °C. Hospodaří na 2 159 ha zemědělské půdy, z toho 499 ha tvoří orná půda a 1 658 ha TTP. Z celkové výměry TTP je necelých 1 000 ha využíváno pro výrobu sena a senáží, část pro pastvu skotu. Ze zbývajících 700 ha je přebývajících travní hmota, nevyužitá k výrobě krmiv kompostována (Kovaříček a kol., 2012).

### Surovinová skladba pro kompostování

Technologii kompostování využívá zemědělský podnik k výrobě organických hnojiv, k zajištění správného hospodaření se živinami v rámci ekologického zemědělství a ochrany povrchových a podzemních vod podle nitrátové směrnice a správné zemědělské praxe. Surovinami pro kompostování jsou přebytečná travní hmota z údržby TTP a statková hnojiva – kejda a hnůj skotu. Roční produkce kejdy je cca 11 000 m<sup>3</sup>, produkce hnoje činí 3 000 t. V tabulce 1 jsou uvedeny vlastnosti surovin pro kompostování (Kovaříček a kol., 2012).

**Tabulka 1.** Průměrná kvalita surovin pro kompostování

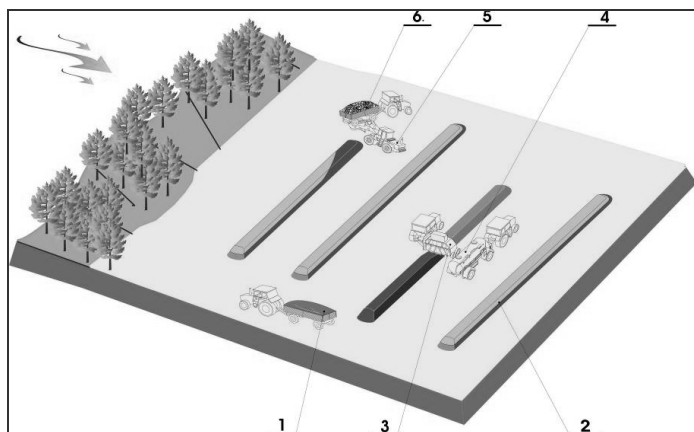
**Table 1** Average quality of raw materials for composting

Surovina <sup>1</sup>	Vlhkost <sup>2</sup> (%)	N (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	C:N	Objemová hmotnost <sup>3</sup> (kg.m <sup>-3</sup> )
travní hmota <sup>4</sup>	10-80	1.0-2.9	0.4-0.9	20	100
hnůj skotu <sup>5</sup>	75-82	1.8-2.4	1.1-1.4	25	977
kejda skotu <sup>6</sup>	94-99	3.5-4.5	1.6-2.0	10	993

<sup>1</sup> raw material, <sup>2</sup> moisture, <sup>3</sup> bulk weight, <sup>4</sup> grass material, <sup>5</sup> cattle manure, <sup>6</sup> cattle slurry

### Technologie kompostování

Pro zpracovávání travní hmoty a dalších surovin je využívána technologie řízeného kompostování na volné ploše v pásových hromadách. Hromady mají trojúhelníkový profil, základna má šířku 2,5 m, výška hromad je 1,3 m a délka se volí podle možnosti stanoviště, resp. podle potřeby. Kompostování probíhá na nezpevněné ploše, přímo na poli, louce, či jiném pozemku (obrázek 1 a 2). Celá technologie musí respektovat podmínky ochrany povrchových a podzemních vod.



**Obrázek 1.** Kompostování přímo „na poli“ – schéma (kreslil: Kadlec)

**Figure 1** Composting directly "in the field" – scheme

- 1- dovoz surovin/import of raw materials
- 2- pásová hromada přikrytá kompostovací plachtou/belt pile covered by a sheet
- 3- překopávání kompostu/compost overturning
- 4- dávkování kapalin/dosage of liquids
- 5- manipulace se surovinami/handling with raw materials
- 6- odvoz kompostu/compost transport



**Obrázek 2.** Pásově hromady umístěné přímo „na poli“ (foto: Plíva)

**Figure 2** Belt piles placed directly "in the field"

Podnik je vybaven technikou, která zaručuje vedení kompostovacího procesu podle správné kompostovací praxe. Pro výrobu kompostu jsou v podniku BEMAGRO, a.s. k dispozici následující mechanizační prostředky (záměrně nejsou uvedeny stroje pro sklizeň travní hmoty):

*stroje pro navážení surovin:*

- nákladní automobil Tatra 815Z,
- sběrací vůz Krone 6XL-GD v agregaci s traktorem JD 8100;

*stroje pro aplikaci kejdy do kompostu:*

- fekální cisterna MV5-014 s agregací s traktorem Z 12145;

*stroje pro formování hromad kompostu:*

- teleskopický manipulátor Manitou MLT 845;

*stroje pro překopávání kompostu:*

- překopávač kompostu Neuson Sandberger ST 250 v agregaci s traktorem Z 12145;

*stroje pro dopravu a rozmetání kompostu:*

- rozmetadlo hnoje RUR 5 v agregaci s traktorem Z 7711,
- rozmetadlo hnoje RUR10 v agregaci s traktorem Z 12145,
- rozmetadlo hnoje RMA 10, nástavba na automobilním podvozku T 815 Z.



Součástí technického vybavení kompostárny je překopávač kompostu Neuson Sandberger ST 250 (obrázek 3) a kompostovací textilie TopTEX na zakrytí hromad kompostu. Překopávač kompostu a kompostovací textilie TopTEX jsou jediným vybavením, o které musela být strojní linka na zpracovávání travní hmoty doplněna. Ostatní strojní vybavení, nutné pro navážení surovin, aplikaci kejdy, formování hromad kompostu, odvoz a aplikaci kompostu, již podnik vlastnil (Kovaříček a kol., 2012).

#### *Monitorování kompostovacího procesu*

V průběhu kompostování probíhá monitorování teploty a vlhkosti kompostu. Vzorky kompostu pro analýzu agrochemických znaků jsou odebírány na začátku kompostování, po ukončení jednotlivých etap kompostovacího cyklu a při ukončení kompostovacího cyklu.

#### *Využití kompostu*

Kompost je využíván pro zlepšení hydrofyzikálních vlastností a pro hnojení zemědělských ploch, které zemědělský podnik obhospodařuje.



Obrázek 3 Překopávání kompostu s aplikací kejdy skotu (foto: Lebeda)

Figure 3 Compost overturning with cattle slurry application

### **Výsledky**

Výsledky rozborů vstupních surovin jsou uvedeny v tabulce 2. V tabulce 3 jsou uvedeny výsledky rozborů vzorků kompostů z hromady nezakryté (hromada I.) a z hromady zakryté kompostovací textilií TopTEX (hromada II.). Rozbory byly provedeny po homogenizační překopávce kompostu.

Při rozbořích vstupních surovin (tabulka 2) byla u travní hmoty zjišťována jenom hodnota sušiny, spalitelných látek a pH.

Po homogenizační překopávce byla u zakryté hromady zjištěná vyšší hodnota sušiny (35 %), nižší obsah dusíku a fosforu a nižší hodnota pH. Různá kvalita kompostu u zakryté a nezakryté hromady může být způsobena rozdílnými vlastnostmi travní hmoty jako vstupní suroviny.

Podle výsledků výzkumu přikrývání hromad kompostu kompostovací textilií TopTEX má za následek zvýšení teploty kompostu v průměru o 1 °C, zvýšení obsahu kyslíku v kompostu a snížení produkce emisí zátěžových plynů (Plíva a kol., 2009). Lze předpokládat, že po ukončení kompostovacího cyklu budou jakostní znaky kompostu ze zakryté a nezakryté

hromady srovnatelné, a že textilie bude mít vliv především na zkrácení trvání kompostovacího cyklu (Kollárová, 2007).

**Tabulka 2.** Výsledky rozborů vstupních surovin

**Table 2** Results of analyses of raw materials

Ukazatel <sup>1</sup>	Surovina <sup>2</sup>	
	Travní hmota <sup>3</sup>	Kejda skotu <sup>4</sup>
sušina <sup>5</sup> (%)	77.81	6.26
spalitelné látky <sup>6</sup> (% v sušině)	92.8	-
pH (-)	7.76	-
N (% v sušině)	-	3.6
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (% v sušině)	-	1.6
K <sub>2</sub> O (% v sušině)	-	3.48
CaO (% v sušině)	-	1.53
MgO (% v sušině)	-	0.66

<sup>1</sup> indicator, <sup>2</sup> raw material, <sup>3</sup> grass material, <sup>4</sup> cattle slurry, <sup>5</sup> dry matter, <sup>6</sup> combustible substance (% dry matter)

**Tabulka 3.** Výsledky rozborů vzorků kompostu (po homogenizační překopávce)

**Table 3** Results of analyses of compost samples (after homogenization overturning)

Ukazatel <sup>1</sup>	Hromada I.	Hromada II.
	(nezakrytá) <sup>2</sup>	(zakrytá) <sup>3</sup>
sušina <sup>4</sup> (%)	25.7	35.0
spalitelné látky <sup>5</sup> (% v sušině)	46.02	66.92
pH (-)	8.17	7.41
N (% v sušině)	2.29	2.79
C:N	10.05	11.99
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (% v sušině)	0.75	0.57

<sup>1</sup> indicator, <sup>2</sup> pile I. (uncovered), <sup>3</sup> pile II. (covered), <sup>4</sup> dry matter, <sup>5</sup> combustible substance (% dry matter)

## Závěr

BEMARGO, a.s. Malonty je modelovým podnikem, který zpracovává nadbytek travní a jiné organické hmoty kompostováním. Lze předpokládat, že podobný problém řeší řada zemědělských podniků, zvláště pak těch, které hospodaří v LFA oblastech.

Při kompostování zbytkové biomasy s převahou travní hmoty je potřeba řešit řadu dílčích problémů. Přestože surovinová skladba kompostu je každý rok téměř stejná, vlastnosti vstupních surovin, zejména travní hmoty, se mohou měnit. Kvalita travní hmoty bude záviset např. na technologii sklizně, stáří porostu, botanického složení porostu apod. Surovinovou skladbu kompostu je nutné doplnit tak, aby vlastnosti a struktura vstupních surovin umožnily optimální průběh kompostovacího procesu.

Kompostování představuje ekonomicky nejvýhodnější a smysluplný způsob zpracování zbytkové biomasy, která vzniká při hospodaření v zemědělském podniku. Správně vyrobený kompost je zdrojem živin pro rostliny (N, P, K a další živiny) a je považován za zdroj stabilizované organické hmoty v půdě. Využitím kompostu lze přispět k úspoře průmyslových hnojiv. Kompostování je jedním ze způsobů doplnění organické hmoty do půdy. Pravidelné hnojení kompostem zlepšuje fyzikálně-chemické vlastnosti půdy, přispívá ke zvýšení infiltrační schopnosti orné půdy a ke snižování vodní eroze.

## **Poděkování**

*Výsledky publikované v tomto článku vznikly díky finanční podpoře MZe ČR v rámci řešení výzkumného projektu NAZV č. QJ1210263 „Agronomická opatření ke snížení vodní eroze na orné půdě s využitím zapravení organické hmoty“*

## **Použitá literatura**

Kovaříček P *et al* (2012) Agronomická opatření ke snížení vodní eroze na orné půdě s zprávy: Z-2548, Praha, VÚZT, v.v.i., 64 s.

Plíva P *et al* (2009) Kompostování v pásových hromadách na volné ploše. Praha, Vydavatelství Profi Press, s.r.o., 1. vydání, 136 s. ISBN 978-80-86726-32-8

Kollárová M (2007) Výzkum využitím zapravení organické hmoty. Redakčně upravená roční zpráva 2012. Číslo vybraných podmínek přeměny zbytkové biomasy procesem řízeného mikrobiálního kompostování. Disertační práce. MZLU v Brně, Zahradnická fakulta Lednice, Lednice, 170 s.

## Možnosti alternatívneho energetického využitia TP

### Possibility of alternative energy use of grassland

Štefan Pollák<sup>1</sup>, Miroslav Polák<sup>1</sup>, Martin Lieskovský<sup>2</sup>

<sup>1</sup>CVRV- Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva (Grassland and Mountain Agriculture Research Institute), Mládežnícka 36, 974 21 Banská Bystrica, Slovakia, pollak@vutphp.sk, polak@vutphp.sk

<sup>2</sup>TU Zvolen – Katedra lesnej ťažby, logistiky a meliorácií (Technical University in Zvolen – Department of forest harvesting, logistics and ameliorations), T.G.Masaryka 24, 960 53 Zvolen, Slovakia, lieskovsky@tuzvo.sk

### Abstract

In Slovakia, accounted for by permanent grassland 880,000 hectares, of which no more than 350,000 abandoned or unused long. Most of them are located in the mountainous areas. For those areas leads to the onset of succession which is accompanied by the onset-feed less valuable species of grasses and herbs. Mountaintops of Central Slovakia became the dominant Tufted Hair-grass (*Deschampsia caespitosa* (L.) P. Beauv.) Sites with up to 80% coverage. The relatively high yield of homogeneous vegetation and increased its share of crude fiber predestine for alternative energy use. Technology allows compaction to produce a comfortable and safe fuel in pellet form. We tested a variety of substrates from grasslands to produce pellets and we simulate grassland successional stage in adding sawdust. The best indicators of gross calorific value 18.745 MJ.kg<sup>-1</sup> Tufted Hair-grass.

**Keywords:** abandoned permanent grassland, pellets, Tufted Hair-grass, calorific value

### Úvod

V regiónoch strednej Európy má výrazné uplatnenie využitie biomasy, ktorú je možné skladovať a na rozdiel od veternej alebo solárnej energie predstavuje pomerne stály zdroj energie. Súčasným cieľom európskeho spoločenstva je dosiahnutie 20 % podielu OZE na celkovej spotrebe energetických zdrojov do roku 2020. V rámci územia Slovenska predstavujú významný zdroj biomasy trvalé trávne porasty Gonda (2010), hlavne v podhorských a horských oblastiach, kde po utlmení živočíšnej výroby vyvstáva problém s finalizovaním ich produkcie. Jedným z možných riešení je energetické využitie trávnej fytomasy, avšak na palivá sú v súčasnosti okrem energetických, environmentálnych a ekonomických kritérií kladené i požiadavky vysokého komfortu pri manipulácii a bezpečnosti pri ich spaľovaní. Sedláčková (2007) porovnávala vlastnosti drevených peliet a peliet z bylín podľa technických štandardov CEN. Pri tuhých palivách vyrobených z fytomasy je podstatná rovnomerná veľkosť frakcie, hustota, vlhkosť a vhodný tvar čo označil Križan (2009) ako dôležité vlastnosti druhov lisovaného materiálu pri briketovaní a peletovaní. Možnosti energetického využitia šľachtených druhov tráv vo forme peliet zhrnul Zajonc (2012). Širšiu bázu poznatkov z výskumu peletovania vybraných druhov dendromasy a fytomasy publikoval Križan (2012), ktorý sa zameriaval na vplyv vstupných vlastností a zmeny pracovných tlakov pri samotnom peletovacom procese.

## Materiál a metódy

Pri výrobe peliet sme odskúšali možnosti spracovania fytomasy z nevyužívaných trávnych porastov. Do experimentu sme zhromaždili 5 vstupných substrátov fytomasy. Variant 1 z L.Tepličky tvorila čistá metlica trstnatá (*Deschampsia caespitosa*) z TTP, variant 2 plevy z kostravy trst'ovníkovitej (*Festuca arundinacea*) z čističky trávnych semien z VP Diviaky, variant 3 plevy z mätonohu trváceho (*Lolium perenne*) z VP Diviaky, variant 4 seno z TTP lokalita Tajov, variant 5 seno z TTP lokalita Suchý vrch s prímiesou pilín. Fytomasu nedopaskov sme zberali začiatkom októbra. Fytomasa bola v priestoroch CVRV-VÚTPHP Banská Bystrica dodatočne dosušená pod 10 % vlhkosti čo sme overovali vlhkomerom FORTUNA 2000. Následne sme fytomasu rozdrvili na rezačke RS 650. Peletovanie prebiehalo v Centre Biomasy v Banskej Bystrici na peletovecej linke MGL 200 spoločnosti X CONSULT, s.r.o. Peletky boli testované na katedre Lesnej ťažby a mechanizácie TU Zvolen. Boli stanovené základné charakteristiky pomocou kalorimetra IKA C200 ako relatívna vlhkosť (%), spalné teplo ( $\text{MJ.kg}^{-1}$ ), výhrevnosť ( $\text{MJ.kg}^{-1}$ ) podľa ÖNORM M 7132 pri vlhkosti 0 %, výhrevnosť ( $\text{MJ.kg}^{-1}$ ) podľa ÖNORM M 7132 v dodanom stave, výhrevnosť ( $\text{MJ.kg}^{-1}$ ) podľa STN ISO 1928 v dodanom stave, obsah popola v hmotnostných %. Rozbor fytomasy aj rozbor vyrobených peliet vykonalo laboratórium CVRV-VÚTPHP Banská Bystrica podľa výnosu Ministerstva pôdohospodárstva Slovenskej republiky č. 1497/4/1997-100 a výnosu Ministerstva pôdohospodárstva Slovenskej republiky č. 149/2/2003-100. Následne sme vypočítali obsah bezdusíkatých látok výťažkových a organickej hmoty.

## Výsledky a diskusia

Kvalita peletovacieho procesu je indikovaná mernou hmotnosťou vyrobených peliet, pri našom experimente sme dosiahli pomerne vysokú mernú hmotnosť peliet  $950 \text{ kg.m}^{-3}$ . K mäknutiu peliet dochádzalo pri teplote  $780 \text{ }^\circ\text{C}$ , teplota tečenia popola bola  $960 \text{ }^\circ\text{C}$ , pričom odrol materiálu po 24 hodinách bol na úrovni len 3,8 % (údaje pre variant č.1). Výsledky merania na TU Zvolen uvádzame v tabuľke č. 1. Najlepšie ukazovatele spálneho tepla a výhrevnosť podľa ÖNORM M 7132 pri vlhkosti 0 % dosiahol variant 1 (18,745 resp. 17,403  $\text{MJ.kg}^{-1}$ ) a mala najnižší obsah popola 5,73 % a druhú najnižšiu relatívnu vlhkosť 7,20 %. Nižšiu vlhkosť dosiahol variant 5 (6,47 %) čo pripisujeme nízkej vlhkosti pridaných pilín. Tento variant sa súčasne vyznačoval veľmi vysokým podielom popola 32,49 % čo znižovalo spalné teplo na najnižšiu úroveň zo stanovovaných vzoriek 14,146  $\text{MJ.kg}^{-1}$ . Bližšiu charakteristiku vstupných materiálov na výrobu experimentálnych peletiek a rozbor vyrobených peletiek vykonaný v laboratóriu CVRV-VÚTPHP Banská Bystrica dokumentuje tabuľka č.2. Z výsledkov vyplýva tesná korelácia (rozdiel 0,004  $\text{MJ.kg}^{-1}$ ) medzi stanovením výhrevnosti ( $\text{MJ.kg}^{-1}$ ) podľa ÖNORM M 7132 pri vlhkosti 0 % na TU Zvolen a stanovením BE v laboratóriu CVRV-VÚTPHP Banská Bystrica pre variant 1. Pri ostatných vzorkách sa nedosiahla taká tesnosť v porovnaní stanovovaní, maximálny rozdiel bol -0,975  $\text{MJ.kg}^{-1}$  pri variante 4.

Na štatistické vyhodnotenie vzoriek sme použili Tukey HSD test. Všetky varianty experimentálnych peletiek ( $n=5$ ) sú preukazné, vo faktoroch vlhkosť na hladine významnosti  $P < 0,05$ , a vo faktoroch popol a výhrevnosť na hladine významnosti  $P < 0,01$  (Tab.3). V testovaní preukaznosti stanovenia jednotlivých technologických fáz procesu výroby peletiek sú varianty preukazné na hladine významnosti  $P < 0,05$  iba vo faktore výhrevnosť medzi stanovením č. 2 Rozbor vyrobených peletiek v laboratóriu CVRV-VÚTPHP B.Bystrica a stanovením č. 3 Rozbor peletiek v laboratóriu TU Zvolen (Tab.3). Najvyššiu priemernú hodnotu vlhkosti zo všetkých variantov dosiahol variant 3 (9,75 %). Najvyššiu priemernú hodnotu popola zo všetkých variantov dosiahol

variant 5 (32,12 %). Najvyššiu priemernú hodnotu výhrevnosti zo všetkých variantov dosiahol variant 1 (17,474 MJ.kg<sup>-1</sup>). Najvyššiu priemernú hodnotu vlhkosti (9,206 %) a popola (17,158 %) zo všetkých stanovovaní dosiaholo stanovenie č. 1 Rozbor vstupných substrátov v laboratóriu CVRV-VÚTPHP B.Bystrica. Najvyššiu priemernú hodnotu výhrevnosti zo všetkých stanovovaní dosiaholo stanovenie č. 2 Rozbor vyrobených peletiek v laboratóriu CVRV-VÚTPHP B.Bystrica 16,42 MJ.kg<sup>-1</sup>. Údaje o hraničných diferenciách pre faktory vlhkosť, popol, výhrevnosť uvádza tabuľka 3.

**Tabuľka 1.** Stanovovanie vlastností peletiek v roku 2012 (v laboratóriu TU Zvolen)  
**Table 1** Determining the properties of pellets in 2012 (in the laboratory TU Zvolen)

Označenie vzorky <sup>1</sup> / fyzikálna veličina <sup>2</sup>	1	2	3	4	5
Odmeraná relatívna vlhkosť [%] <sup>3</sup>	7,20	9,76	10,20	10,03	6,47
Spalné teplo [MJ.kg <sup>-1</sup> ] <sup>4</sup>	18,745	17,466	17,282	18,055	14,146
Výhrevnosť [MJ.kg-1] podľa	17,403	16,124	15,940	16,713	12,804
ÖNORM M 7132 pri vlhosti 0% <sup>5</sup>					
Výhrevnosť [MJ.kg-1] podľa	16,019	14,323	14,059	14,787	11,814
ÖNORM M 7132 v dodanom stave <sup>6</sup>					
Výhrevnosť [MJ.kg-1] podľa	16,127	14,432	14,168	14,896	11,922
STN ISO 1928 v dodanom stave <sup>7</sup>					
Obsah popola v hmotnostných % <sup>8</sup>	5,73	10,59	11,53	7,17	32,49

<sup>1</sup> Identification of samples, <sup>2</sup> physical quantity, <sup>3</sup> Measured relative humidity in %, <sup>4</sup> Combustion heat [MJ.kg<sup>-1</sup>], <sup>5</sup> Heat value [MJ.kg<sup>-1</sup>] according to ÖNORM M 7132 at 0 % moisture, <sup>6</sup> Heat value [MJ.kg<sup>-1</sup>] according to ÖNORM M 7132 in delivered condition, <sup>7</sup> Heat value [MJ.kg<sup>-1</sup>] according to STN ISO 1928 in delivered condition, <sup>8</sup> Ash content in weight percent

**Tabuľka 2.** Stanovovanie vlastností peletiek v roku 2012 (v laboratóriu CVRV-VÚTPHP Banská Bystrica)

**Table 2** Determining the properties of pellets in 2012 (in the laboratory PPRC-GMARI Banská Bystrica)

Označenie vzorky <sup>1</sup> / fyzikálna veličina <sup>2</sup>	1	2	3	4	5
<b>Rozbor vstupných substrátov<sup>3</sup></b>					
Odmeraná relatívna vlhkosť [%] <sup>4</sup>	9,48	9,46	9,65	9,25	8,19
Brutto energia [MJ.kg <sup>-1</sup> ] <sup>5</sup>	17,620	16,536	15,718	16,512	13,112
Obsah popola v hmotnostných % <sup>6</sup>	6,73	15,36	17,60	14,69	31,41
<b>Rozbor vyrobených peletiek<sup>7</sup></b>					
Odmeraná relatívna vlhkosť [%] <sup>4</sup>	7,11	9,30	9,39	8,55	5,04
Brutto energia [MJ.kg-1] <sup>5</sup>	17,399	17,014	16,702	17,688	13,291
Obsah popola v hmotnostných % <sup>6</sup>	9,46	11,28	12,76	8,55	32,48

<sup>1</sup> Identification of samples, <sup>2</sup> physical quantity, <sup>3</sup> Analysis of input substrates in %, <sup>4</sup> Measured relative humidity in %, <sup>5</sup> Brutto energy [MJ.kg<sup>-1</sup>], <sup>6</sup> Ash content in weight percent, <sup>7</sup> Analysis of produced pellets

**Tabuľka 3.** Priemerné hodnoty, analýza rozptylu a Tukey HSD test  
**Table 3** Average values, analysis of variance and Tukey HSD test

Priemerné hodnoty <sup>1</sup>	Vlhkosť <sup>3</sup>	Popol <sup>4</sup>	Výhrevnosť <sup>5</sup>
Variant <sup>2</sup>			
1.	7,93	7,30667	17,474
2.	9,50667	12,41	16,558
3.	9,74667	13,9633	16,12
4.	9,27667	10,1367	16,971
5.	6,56667	32,1267	13,069
Stanovenie (číslo) <sup>6</sup>			
1. vstupné substráty rozbor v BB <sup>7</sup>	9,206	17,158	15,8996
2. vyrobené peletky a rozbor v BB <sup>8</sup>	7,878	14,906	16,4188
3. rozbor peletky TU Zvolen <sup>9</sup>	8,732	13,502	15,7968
Hd (variant) 0,05 <sup>10</sup>	2,35609	6,30792	0,869291
Hd (variant) 0,01 <sup>10</sup>	3,2182	8,61603	1,18737
Hd (stanovenie) 0,05 <sup>11</sup>	1,50958	4,04157	0,556968
Hd (stanovenie) 0,01 <sup>11</sup>	2,12135	5,67947	0,782685
Variant <sup>2</sup>	+	++	++
Stanovenie <sup>6</sup>	-	-	+

Tukey HSD test: - nepreukazné; + preukazné  $P < 0,05$ ; ++ preukazné  $P < 0,01$

Tukey HSD test: - non significant; + significant  $P < 0,05$ ; ++ significant  $P < 0,01$

<sup>1</sup> Average values, <sup>2</sup> Variant, <sup>3</sup> Humidity, <sup>4</sup> Ash <sup>5</sup> Heat value [MJ.kg<sup>-1</sup>], <sup>6</sup> Determination (No.), <sup>7</sup> analysis of the input substrates in BB, <sup>8</sup> produced pellets and analysis in BB <sup>9</sup> analysis of pellets in TU Zvolen, <sup>10</sup> Hd (variant), <sup>11</sup> Hd (determination)

## Záver

Z peliet vyrobených z trávnej hmoty a odpadu z čističky trávnych semien VP Diviaky najvyššiu hodnotu spalného tepla 18,745 MJ.kg<sup>-1</sup> dosiahol variant č.1 - Metlica trsnatá (*Deschampsia caespitosa* L.) z TTP L. Teplička, táto hodnota spalného tepla sa približuje k údajom peletiek vyrobených z drevnej biomasy, a k údajom hnedého uhlia. Z priebehu testovania vyplynulo, že ukazovateľ brutto energie (BE) pri rastlinných krmivách prerátaný pre HD je výpovednejší pre výhrevnosť (MJ.kg<sup>-1</sup>) podľa ÖNORM M 7132 pri vlhkosti 0 % než ukazovateľ spalné teplo (MJ.kg<sup>-1</sup>) pre variant 1. Pre ostatné varianty bolo presnejšie zrovnanie BE so spalným teplom. Dôležité je pozorne sledovať celý proces výroby peliet, pretože snaha zlepšiť niektoré ukazovatele pridaním aditív, v našom prípade pilín môže výrazne zhoršiť konečné parametre. Priemerný obsah popola vo variante 5 (32,13 %) výrazne zhoršuje použiteľnosť takýchto peliet. Na záver môžeme konštatovať, že je možné využiť nadzemnú fytomasu na krmovinársky nevyužívaných trávnych porastoch ako zdroj obnoviteľnej energie vo forme peliet. Využiť existujúce strojové linky pre zber trávnych porastov pri dodržaní technologickej disciplíny vo všetkých fázach výroby, ako je obsah sušiny vo fytomase, optimálny termín zberu k požadovanému vysokému obsahu sušiny, znečistenie sena pôdnymi časticami, podmienky dosušenia na optimálnu úroveň vlhkosti. Technologická linka na výrobu peliet je menej náročná na vstupnú surovinu, ale je dôležité jej prevádzkové nastavenie. Z dôvodu obsahu abrazívnych častí v rastlinnej fytomase dochádza k rýchlejšiemu opotrebovávaniu technologických častí a samotná produkcia je nižšia ako referenčná výroba peliet z drevnej fytomasy.

## Pod'akovanie

Pod'akovanie patrí spoločnosti X CONSULT, s.r.o. z Banskej Bystrice a ich fundovaným pracovníkom za cenné praktické rady pri spracovaní fytomasy TTP na pletky.

Tento príspevok bol spracovaný vďaka podpore Operačného programu Výskum a vývoj v rámci EÚ, ITMS 26220220042 „Manuál pratotechniky pre raticovú zver a priaznivý stav životných podmienok Tetra hŕňného vo vysokohorských oblastiach“ spolufinancovaného zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

## Literatúra

Sedláčková D a Skoblja S (2007). Porovnaní vlastností dřevěných pelet a pelet z bylin stanovovaných podle technických standardů CEN. In *Energie z biomasy VI.: zborník príspevkov zo seminára*, Ostrava, 2007, ISBN 978-80-248-1535-0, s. 101-107

Križan P a Matúš M (2009). Dôležitosť druhu lisovaného materiálu pri briketovaní a peletovaní. In *Energie z biomasy X.: zborník príspevkov zo seminára*, Brno, 2009, ISBN 978-80-214-4027-2, s. 57-64

Križan P *et al* (2012). Poznatky z výskumu peletovania vybraných druhov dendromasy a fytomasy. In *Briketovanie a peletovanie - 6.ročník medzinárodnej konferencie: zborník prednášok*, Bratislava, 2012, ISBN 978-80-227-3641-1, s. 104-111

Zajonc O a Frydrych J (2012). Možnosti energetického využitia travín ve formě pelet. In *Briketovanie a peletovanie - 6.ročník medzinárodnej konferencie: zborník prednášok*, Bratislava, 2012, ISBN 978-80-227-3641-1, s. 94-99

Gonda Ľ *et al* (2010). *Pol'nohospodárska biomasa*. 1. vyd. Banská Bystrica: Centrum výskumu rastlinnej výroby - Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva, Slovenská agentúra životného prostredia. 2010, 123 s. ISBN 978-80-89417-21-6.



## **Fytopaliva a jejich vlastnosti**

### **Fytofuels and their properties**

David Andert<sup>1</sup>, Ilona Gerndtová<sup>1</sup>

Výzkumný ústav zemědělské techniky, v.v.i. (Research Institute of Agricultural Engineering, p.r.i.), Drnovská 507, CZ 161 00 Praha 6, andert@vuzt.cz, Česká republika

#### **Abstract**

In consequence of the increasing of the total level and productivity of agricultural production, the land area which is not utilised for food production is enlarged. These areas can be used for the growing of energy crops, among which also belong various kinds of grasses. In cases when the land is set aside by grassing or it is not utilised as a result of the diminishing numbers of beef cattle, the potential of perennial grassland to provide a quantity of grass which can be used for energy purposes is constantly increasing. Wet grass matter is suitable for biogas processing by means of anaerobic fermentation. Overripe and dry mass can be used as a fuel.

**Keywords:** grass, biomass, renewable energy

#### **Úvod**

Hledání alternativních zdrojů energie se stává celosvětovou záležitostí. V souvislosti se stoupající úrovní a produktivitou zemědělství se zvyšuje plocha půdy, která nemá využití pro produkci potravin. Vedle produkce píče plní travní porosty oproti ostatním porostům nezastupitelné mimoprodukční funkce. Mezi významné patří: vodohospodářská – zadržování dešťové vody; protierozní – ochrana půdy před vodní a větrnou erozí; ochranná ve vztahu k hydrosféře – kořenový systém omezuje znečištění podzemních vod; estetická – travní porost jako krajinný prvek udržuje vzhled krajiny; hospodářská a sociální – vytvoření pracovních příležitostí pro obyvatele marginálních oblastí. V případě uvedení orné půdy do klidu, kdy je vhodné zatravnění, potřebují i tyto plochy obhospodařovat sečením. Zvýšený ekonomický tlak na rentabilitu zemědělské produkce je dalším důvodem, proč klesá obhospodařovaná plocha, zvláště v marginálních oblastech. Lze předpokládat, že podobně jako v Německu či Rakousku, bude vzrůstat společenský tlak na majitele pozemků zvláště v turistických oblastech, aby prováděli pravidelnou údržbu veškerých travních ploch. Možnosti energetického využití travní biomasy jsou dvě. U suché hmoty je to spalování a u vlhké je vhodné zpracování těchto organických materiálů anaerobní fermentací s následným energetickým využitím bioplynu.

Využívání tvarově upravených paliv v energetických zařízeních lze rozdělit dle tepelných výkonů. U zařízení do 50 kW je využívání těchto paliv ve formě např. peletek u automatických topidel či briket u topidel s ručním přikládáním již téměř standardem. Jedná se však zejména o paliva především na bázi dřeva, dřevní kůry a minimálně jsou využívána další směsná fytopaliva. Pro spalování jsou limitujícím faktorem vlastnosti popela.

## **Materiál a metodika**

Součástí dlouhodobého sledování výnosů energetických trav byly rozборы s cílem určit chemické složení významných prvků a stanovení vývoje obsahu těchto prvků v průběhu zrání rostlin. Stanovily se obsahy organických těkavých látek, popela, dusíku, vodíku a uhlíku. Energetické traviny slouží rovněž jako palivo ve formě briket. Výzkum v této oblasti se zaměřil na mechanické vlastnosti briket a spalování. Výrobní postup přípravy zkušebních briket byl následující: veškeré komponenty byly napřed předdrceny na mobilním štěpkovači nebo na zahradním drtiči Viking GE 220. Dále byl materiál jemně drcen v kladívkovém šrotovníku ŠV 15 s velikostí ok 15 mm. Následně byla provedena homogenizace směsi a samotné lisování briket na hydraulickém briketovacím lisu HLS 50. Průměr matrice byl zvolen 60 mm.

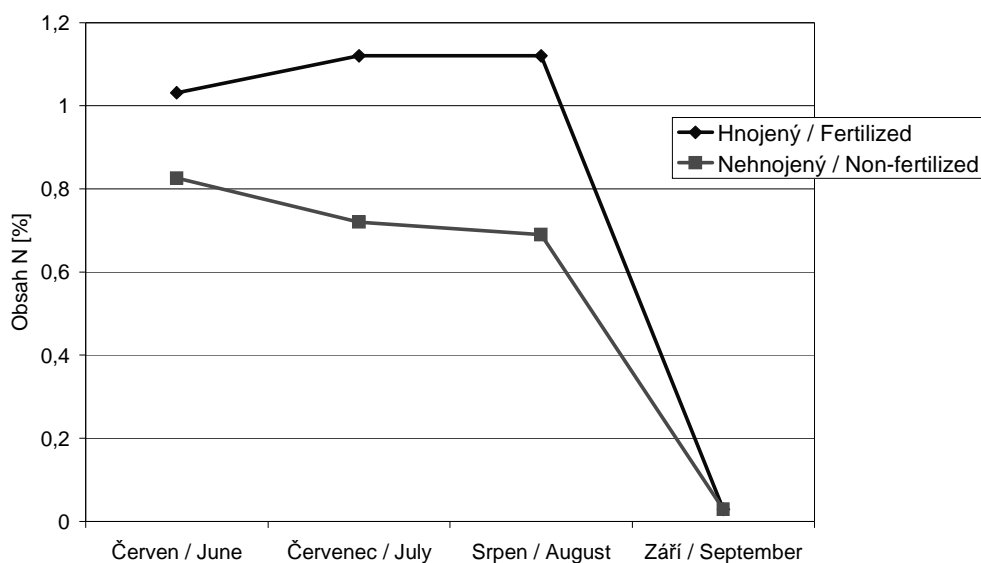
Jednou z charakteristických vlastností briket je jejich pevnost. Dosud nejčastěji používaný způsob je určení pevnosti v tlaku pomocí stanovení síly působící kolmo k ose potřebné k rozrušení brikety. Určitým omezením je způsob přepočtu na průměr brikety. Dalším způsobem je určení pevnosti v ohybu (pomocí trojbodého ohybu). Na tuto metodu se výzkum zaměřil.

Pro zkoušky na malém teplovodním kotli byl vybrán kotel VERNER V 25. Tento kotel je určen pro spalování kusového dřeva. Zkoušky proběhly u výrobce Fy Verner v Červeném Kostelci s briketami o průměru 60 mm. Brikety byly vyrobeny ve VÚZT na hydraulickém lisu Briklis. Vyrobene zkušební brikety byly rovněž spalovány v akumulacích kamnech Retap a litinových kamnech Jotul. Všechny tyto topeniště jsou původně určeny ke spalování kusového dřeva.

## **Výsledky a diskuse**

Součástí dlouhodobého sledování výnosů energetických trav byly rozборы s cílem určit chemické složení významných prvků a stanovení vývoje obsahu těchto prvků v průběhu zrání rostlin. Velmi zajímavý je průběh obsahu dusíku v sušině. Například u psinečku byl ve hnojené variantě v průběhu růstu o 25 a 50 % větší obsah dusíku než u varianty nehnojené. V okamžiku technické zralosti však u obou variant začne prudce klesat až o 95 % .

**Obrázek 1.** Obsah N v průběhu roku u hnojené a nehnojené variaty u psinečku  
**Figure 1** Nitrogen content during the year at fertilized and non-fertilized variant of bent grass



Z prvkových rozborů a silikátových analýz byly s ohledem na cíl, tj. zlepšení palivářských vlastností, určeny směsi pro výrobu fytopaliva: řepková sláma – pšeničná sláma, řepková sláma – kukuřičná sláma, vyslazené řízky- pšeničná sláma, vyslazené řízky- luční seno.

#### Určování mechanických vlastností briket

Jednou z charakteristických vlastností briket je jejich pevnost. Dosud nejčastěji používaný způsob je určení pevnosti v tlaku pomocí stanovení síly působící kolmo k ose potřebné k rozrušení brikety. Určitým omezením způsob přepočtu na výšku brikety. Dalším způsobem je určení pevnosti v ohybu. Na tuto metodu jsme se soustředili.

$$\sigma_o = \frac{3}{2} \cdot \frac{F \cdot l}{b \cdot h^2} \quad (\text{MPa}) \quad (1)$$

kde F je síla působící na vzorek při rozlomení (N)

l je vzdálenost opěr (m)

b je šířka (m)

h je výška (m)

Jako nejobjektivnější se jeví stanovení pevnosti při biaxiálním ohybu. Tato metoda je vhodná pro kruhové předměty a na tu se soustředíme při příštích pevnostních měřeních. Pevnost se zde počítá dle následujícího vztahu:

$$\sigma = \frac{3F}{2\pi \cdot t^2} \left[ (1 + \nu) \cdot \ln\left(\frac{d_s}{d_l}\right) + (1 - \nu) \cdot \left(\frac{d_s^2 - d_l^2}{2d^2}\right) \right] (\text{MPa}) \quad (2)$$

kde F je síla působící na vzorek při rozlomení (N)

t - je průměrná tloušťka vzorku (m)

$d_s$  - je průměrný kontaktní průměr podpěrného kruhu (m)

$d_l$  - je průměrný kontaktní průměr zatěžovacího kruhu (m)

d - je průměrná hodnota průměru vzorku (m)

$\nu$  - je Poissonova konstanta

**Obrázek 2.** Briketa metlice 50%+ amarantus řezanka 50%. Průměr síta 15 [mm], hustota 920 [kg.m<sup>-3</sup>], pevnost v ohybu 650 [kPa], odrol po 24 h 7 [%]

**Figure 2** Briquette of hair grass 50%+ Amaranthus chopped matter 50%. Sieve diameter 15 [mm], density 920 [kg.m<sup>-3</sup>], bending strength 650 [kPa], spalling after 24 h 7 [%]



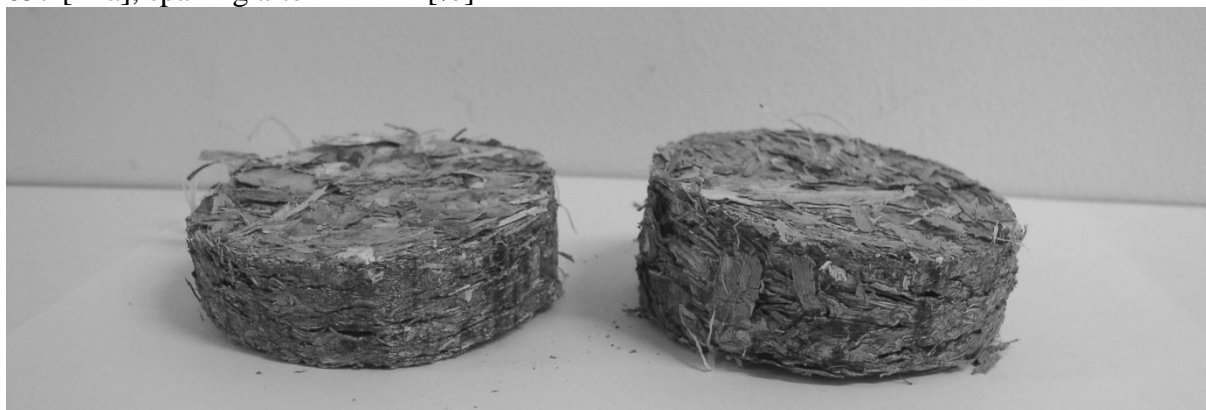
**Obrázek 3.** Briketa kukuřičná sláma šrotovaná. Průměr síta 15 [mm], hustota 826 [kg.m<sup>-3</sup>], pevnost v ohybu 720 [kPa], odrol po 24 h 6 [%]

**Figure 3** Briquette of scraped maize straw. Sieve diameter 15 [mm], density 826 [kg.m<sup>-3</sup>], bending strength 720 [kPa], spalling after 24 h 6 [%]



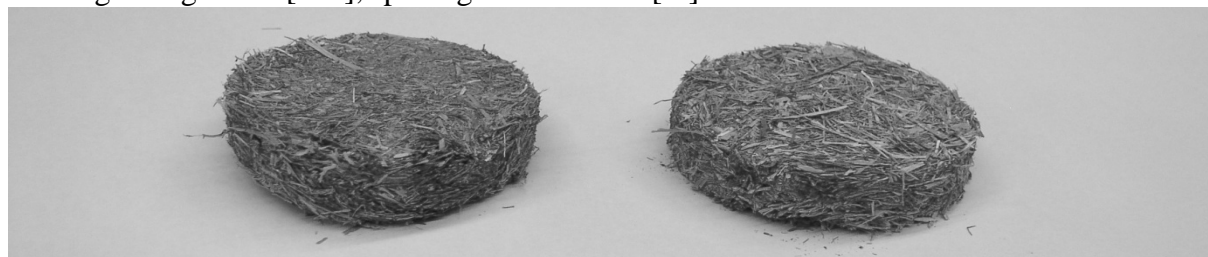
**Obrázek 4.** Briketa kukuřičná sláma řezanka. Hustota 708 [kg.m<sup>-3</sup>], pevnost v ohybu 657 [kPa], odrol po 24 h 14 [%]

**Figure 4.** Briquette of maize straw, chopped mater. Density 708 [kg.m<sup>-3</sup>], bending strength 657 [kPa], spalling after 24 h 14 [%]



**Obrázek 5.** Briketa metlice. Průměr síta 15 [mm], hustota 607 [kg.m<sup>-3</sup>], pevnost v ohybu 250 [kPa], odrol po 24 h 19 [%]

**Figure 5** Briquette of hair-tufted grass. Sieve diameter 15 [mm], density 607 [kg.m<sup>-3</sup>], bending strength 250 [kPa], spalling after 24 h 19 [%]



### Spalovací zkoušky

S vyrobenými vzorky byly provedeny spalné zkoušky nejdříve na spalovacích akumulacích kamnech SK-2 RETAP 8 kW. Další spalné zkoušky proběhly na malých litinových kamnech Jotul s výkonem 5 kW a ve zplyňovací kotli Verner V25. Všechny testované topeniště jsou určeny ke spalování dřevní biomasy. Spalovací zkoušky proběhly se standardním palivem – dřevní brikety, zkušebními briketami. Pro analýzu spalin byl použit analyzátor Testo 350, který umožňuje kontinuální měření O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, CO, NO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, HCl.

**Tabulka 1.** Výsledky emisního měření na topeništi Jotul

**Table 1** Results of emissions measurement in firing place Jotul

	Dřevo <sup>1</sup>	Sláma <sup>2</sup>	Kukuřice <sup>2</sup>	Sláma 10%HU <sup>3</sup>
Ø O <sub>2</sub>	12,5	13,3	16,2	16,7
max O <sub>2</sub>	15,5	15,6	19,0	18,0
min O <sub>2</sub>	10,1	9,9	13,0	15,0
Standart odchylka	1,6	1,9	1,9	0,7
Ø CO (mg/m <sup>3</sup> ) při O <sub>2</sub> 13%	1970	3302	7615	7682
max CO	4275	4775	21472	11380
min CO	1019	721	501	1986
Standart odchylka	834	1201	6989	1920
Ø NO <sub>x</sub> (mg/m <sup>3</sup> ) při 13%	45	108	153	186
max NO <sub>x</sub>	54	160	411	245
min NO <sub>x</sub>	23	55	51	38
Standart odchylka	5	30	83	40

<sup>1</sup> Wood, <sup>2</sup>Straw, <sup>3</sup>Mais straw, <sup>4</sup>Straw with 10% brown coal, <sup>4</sup>Standard deviation

### Závěr

K vyhodnocení spalných zkoušek je možno konstatovat, že všechna paliva splnila emisní limity. Nejlepších výsledků bylo dosaženo u dřevních briket, to jest u paliva na která jsou kamna navržena. V tomto případě byl dokonce splněn limit emisí CO určený směrnicí 13-2006 pro ekologicky šetrný výrobek „Teplovodní kotle pro ústřední vytápění na spalování biomasy“. S plněním emisního limitu NO<sub>x</sub> pro ekologicky šetrný výrobek neměla zkoušená paliva problém a s rezervou jej plnila. Dobré výsledky emisí CO měly rovněž směsné brikety a brikety z amarantu.

Při určování mechanických vlastností různých briket byl rovněž sledován vliv přídavku prachového hnědého uhlí. Překvapivé je například zjištění, že slaměné brikety s přídavkem 8-15% hnědého uhlí mají podstatně lepší skladovací vlastnosti. Skladovatelnost slaměných briket se prodlužuje na 4 roky. Čistě slaměné brikety se přitom za 2 měsíce rozpadnou. Při

spalování ve zplyňovacím kotli je dosahováno lepších emisí u briket s přídavkem hnědé uhlí než při spalování čistě slaměných briket. U roštových topenišť (např. Retap a Jotul) jsou však emise CO při použití briket s přídavkem uhlí horší než u briket z čisté slámy.

### **Poznámka**

Výsledky prezentované v příspěvku byly řešeny v rámci výzkumného projektu TAČR TA01020275 „Vývoj nové technologie a strojního vybavení pro velkoformátové brikety ze zemědělské fytomasy“

### **Literatura**

Zajonc O a Frydrych J (2012) Mechanické vlastnosti pelet z energetických travin. Agritech science [online]. 2012, č. 2, 1 - 4. ISSN 1802-8942.

## **Ekonomika surovinového a energetického využití produkce z travních porostů**

### **Economy of raw materials and energy utilization of permanent grassland biomass**

Zdeněk Abrham, Milan Herout

Výzkumný ústav zemědělské techniky, v.v.i., (Research Institute of Agricultural Engineering, p.r.i.), Drnovská 507, 16101 Praha 6 – Ruzyně

#### **Abstract**

There are limited possibilities of grassland production usage for feeding in recent years. There are verified options and conditions how to use this production for material and energy purposes. This contribution deals with technology and economy of permanent grassland growing, exploitation grassland biomass for composting and hay utilization for energy purposes. A significant effect on material and energy utilization has the financial support in form of subsidies. By using subsidies the final costs per unit of production could be reduced considerably, particularly positive effect is achieved in regions with the LFA subsidies.

**Key words:** grassland, composting, energy hay, technology and economy

#### **Úvod**

V současné době se významně snižuje možnost využití produkce z trvalých travních porostů (TTP) pro krmivářské účely. TTP dnes představují především významný stabilizační a krajinnotvorný prvek v soustavě hospodaření a v péči o venkovský prostor. Při pravidelné péči o TTP však vzniká značné množství odpadní fytomasy. Odpadní biomasa je tedy v podmínkách ČR z jedné strany významným obnovitelným zdrojem energie, který umožňuje zemědělskému podniku diversifikaci jeho výroby a zvýšení jeho ekonomické i energetické soběstačnosti a stability. Z druhé strany je biomasa významným zdrojem organické hmoty pro udržení dobré struktury a úrodnosti půdy a sledovaným a hodnoceným prvkem zásad správné zemědělské praxe. V zemědělském provozu je nutno hledat racionální vyvážení těchto forem využití biomasy.

#### **Materiál a metody**

Akční plán pro biomasu v ČR na období 2012 – 2020 stanovuje opatření k efektivnímu využití energetického potenciálu biomasy s cílem dosáhnout v roce 2020 podíl energie z obnovitelných zdrojů dosáhnout ve výši 13,5%. Zároveň je třeba respektovat standardy „Dobrého zemědělského a environmentálního stavu (GAEC), jejich dodržování je jednou z podmínek poskytnutí dotačních podpor. Cílem standardů GAEC je zachování úrovně organických složek v půdě, zlepšují strukturu půdy a v dlouhodobém horizontu zvyšují její úrodnost. Podle těchto standardů musí zemědělec zajistit minimálně aplikaci 25 tun tuhých statkových hnojiv nebo tuhých organických hnojiv ročně na 20 % orné půdy. Pokrytí tohoto procenta výměry lze nahradit zaoráním slámy nebo pěstováním vyjmenovaných zlepšujících plodin (jeteloviny, vikev, lupina apod.).

Pro vyhodnocení uvedených forem využití travní biomasy se vychází z předpokladu, že prioritní je využití půdy v České republice pro zajištění potravinové soběstačnosti. To znamená, že prioritu má využití odpadní biomasy jako zdroje dodávky organické hmoty do

půdy a teprve zbývající biomasa bude využívána pro energetické účely. Pro ekonomické hodnocení vybraných forem energetického a surovinového využití produkce z TTP jsou využívány internetové databázové expertní systémy VÚZT v.v.i. Praha (pro uživatele jsou volně přístupné na adrese [www.vuzt.cz](http://www.vuzt.cz)).

Kalkulace množství a využití biomasy pro kompostování je zpracována pro modelové podmínky zemědělských podniků hospodařících bez živočišné výroby, kde je splnění požadavků GAEC na dodávky organické hmoty do půdy náročnější.

Energetické využití travních porostů je posuzováno pro technologie produkce energetického sena a to ve 3 variantách pěstování:

- varianta 1 - bez hnojení - výnos sena 3 t.ha-1
- varianta 2 - přihnojování kejdou – výnos sena 3,5 t.ha-1
- varianta 3 - přihnojování tuhými minerálními hnojivy - výnos sena 3,8 t.ha-1

Pro pěstování travních porostů lze využít plošné dotace SAPS (pro rok 2012 stanoveny ve výši 4686 Kč na 1 ha z.p.), v méně příznivých oblastech lze pro travní porosty získat ještě dotace LFA (zde se uvažují v průměrné výši 3000 Kč na 1 ha TTP).

## Výsledky a diskuse

### a) surovinové využití biomasy z TTP

Jednou z perspektivních metod úhrady organické hmoty v půdě je výroba a využití faremního kompostu. Kompostováním vzniká organické hnojivo s pomalu uvolnitelným dusíkem, má vysoký obsah organické hmoty, přispívá k nárůstu stability půdních agregátů vůči degradaci deštěm, zlepšuje odolnost půdy proti erozi a zhutnění.

Pro výrobu faremního kompostu se jeví jako nejvhodnější využití nejdostupnější zbytkové zemědělské biomasy - tj. travní hmoty a slámy. Výsledkem kompostování travní hmoty a slámy je kompost bez registrace. Lze ho využívat pro vlastní potřebu zemědělského podniku na hnojení a zlepšení bilance organické hmoty v půdě. V tabulce 1 je uveden příklad vhodné surovinové skladby pro zakládání kompostu z trávy a slámy.

### Tabulka 1. Doporučená surovinová skladba kompostu z trávy a slámy

**Table 1** Recommended raw materials composition of compost from grass and straw

Surovina <sup>1</sup>	Objem <sup>2</sup> m <sup>3</sup>	Hmotnost <sup>3</sup> t	Vlhkost <sup>4</sup> %	C:N	pH	Celková hmotnost <sup>5</sup> t
Sláma <sup>6</sup>	1	0,135	19	90	6,9	1,383
Tráva <sup>7</sup>	3	1,248	80,1	13,8	8,7	
Kompost <sup>8</sup>	-	0,502	42,2	16,9	7,8	0,502

1 raw materials, 2 cube, 3 weight, 4 humidity, 5 total weight, 6 straw, 7 grass, 8 compost

Z hlediska ekonomiky se jeví jako nejpříznivější kompostování v pásových hromadách na dočasné volné ploše. Plocha pro kompostování může být vybrána přímo na zemědělské půdě jako vodohospodářsky nezabezpečená. Rovněž základní technické vybavení kompostovací linky nepředstavuje pro zemědělce výrazný problém. Pro sběr slámy i produkce z travních porostů a dopravu na kompostárny se využívá traktor + samosběrní vůz. Pro manipulaci, naskladnění a vyskladnění materiálu stačí vybavit traktor čelním nakladačem a pro vlastní překopávání přípojným překopávačem.

Pro bilanci množství a využití odpadní biomasy se vycházíme z modelového zemědělského podniku o výměře 1000 ha zemědělské půdy ve 3 hlavních výrobních oblastech. Procento zornění a podíl obilovin je stanoven na základě podkladů ČSÚ Praha.



Při dodržení doporučené surovinové skladby je produkce faremního kompostu ve výrobní oblasti obilnářské i bramborářské omezena množstvím travní produkce a nepokrývá celou potřebu dodávky organické hmoty, část požadované dodávky organické hmoty do půdy je tedy třeba vyřešit zaoráním slámy. V píceňářské výrobní oblasti je naopak produkce faremního kompostu limitována plochou pro jeho aplikaci (tj. plochou orné půdy). Podrobně je bilance zpracována v tabulce 2.

**Tabulka 2.** Produkce faremního kompostu

**Table 2** Production of farm compost

	Zemědělský podnik 1000 ha z.p. <sup>1</sup>			Roční produkce <sup>2</sup>				
				celkem <sup>3</sup>		z toho na kompost <sup>4</sup>		kompost <sup>5</sup>
	TTP <sup>6</sup> ha	orná půda <sup>7</sup> ha	Obiloviny <sup>8</sup> ha	tráva <sup>9</sup> t.r <sup>-1</sup>	sláma <sup>10</sup> t.r <sup>-1</sup>	tráva t.r <sup>-1</sup>	sláma t.r <sup>-1</sup>	
Obilnářská <sup>11</sup>	290	710	426	3915	2130	3915	423	2133
Bramborářská <sup>12</sup>	260	740	459	3250	2065	3250	352	1846
Píceňářská <sup>13</sup>	590	410	328	6785	1378	4077	441	1640

1 farm 1000 ha farmland, 2 annual yield, 3 total, 4 from that on compost, 5 compost, 6 permanent grassland, 7 arable land, 8 cereals, 9 grass, 10 straw, 11,12,13 region of production – grain/potato/forage

Z celkové bilance množství a využití travní hmoty a slámy je zřejmé, že v oblasti obilnářské i bramborářské se veškerá travní hmota využije pro produkci faremního kompostu a pro energetické využití zbývá jen sláma. V oblasti píceňářské zbývá sláma i travní hmota. Celkové množství suché biomasy na energetické využití se v jednotlivých výrobních oblastech výrazněji neliší a pohybuje od 1,2 do 1,4 t na 1 ha zemědělské půdy. Znamená to, že i při dodržení podmínek předepsaných dodávek organické hmoty do půdy lze v ČR předpokládat více jak 4 mil. t suché energetické biomasy využitelné pro energetické účely. Výroba faremního kompostu je spojena s nezbytnými náklady - náklady na vstupní suroviny, náklady na kompostování, náklady na rozmetání kompostu. Podrobnější struktura nákladů je shrnuta v tabulce 3.

**Tabulka 3.** Náklady na dodávku organické hmoty do orné půdy kompostem

**Table 3** Costs on organic matter delivering to the arable land with compost

	Měrná jednotka <sup>1</sup>	Bez dotací <sup>2</sup>	Dotace SAPS <sup>3</sup>	SAPS + LFA <sup>4</sup>
Travní hmota <sup>5</sup>		1335	380	-190
Sláma <sup>6</sup>		167	135	135
Kompostování <sup>7</sup>	Kč/t <sup>-1</sup> <sub>kompostu</sub>	75	75	75
Rozmetání <sup>8</sup>		75	75	75
<b>Celkem<sup>9</sup></b>		<b>1652</b>	<b>323</b>	<b>95</b>
<b>Celkem</b>	Kč.ha <sup>-1</sup> .r <sup>-1</sup>	<b>8260</b>	<b>1615</b>	<b>475</b>

1 unit, 2 without subsidies, subsidies SAPS, subsidies LFA, 5 grass, 6 straw, 7 composting, 8 spreading, 9 total

Z tabulky 3 je zřejmé, že nejvýznamnější položkou nákladů u faremního kompostu jsou náklady na vstupní suroviny, výsledné náklady jsou tedy výrazně závislé na dotacích. Bez dotační podpory je úhrada organické hmoty v půdě ekonomicky nereálná. S využitím

plošných dotací se pohybuje cena 1 t kompostu v hodnotách mezi 300 až 350 Kč a to je již ekonomicky příznivé (ve srovnání s komerčním kompostem, kde se cena pohybuje mezi 500 až 700 Kč/t). Ekonomicky nejvýhodnější produkce faremního kompostu je v oblastech LFA, kde mohou získané dotace plně pokrýt náklady na TTP nebo mohou být i vyšší.

*b) energetické využití odpadní travní hmoty*

Produktem se zde rozumí energetické seno s vlhkostí cca 15 %, sklizené a lisované do válcových nebo hranolovitých balíků. Významným faktorem pro hodnocení ekonomiky produkce TTP jsou i zde dotace. Podrobnější údaje o nákladech na energetické seno jsou uvedeny v tabulce 4.

**Tabulka 4.** Náklady na pěstování a sklizeň energetického sena

**Table 4** Costs of energy hay growing and harvest

	Měrná jedn. <sup>1</sup>	Bez hnojení <sup>2</sup>		Přihnojování kejdou <sup>3</sup>		Přihnojování TMH <sup>4</sup>	
		SAPS	SAPS+LFA	SAPS	SAPS+LFA	SAPS	SAPS+LFA
Materiálové náklady <sup>5</sup>	Kč.ha <sup>-1</sup>		1130		2030		2378
Mechanizované práce <sup>6</sup>	Kč.ha <sup>-1</sup>		4221		5720		4684
Variabilní náklady <sup>7</sup>	Kč.ha <sup>-1</sup>		5351		7750		7062
Fixní náklady <sup>8</sup>	Kč.ha <sup>-1</sup>		2000		2000		2000
Náklady celkem <sup>9</sup>	Kč.ha <sup>-1</sup>		7351		9750		9062
Výnos energetického sena <sup>10</sup>	t.ha <sup>-1</sup>		3		3,6		3,8
Měrné náklady - bez dotací <sup>11</sup>	Kč.t <sup>-1</sup>		2450		2708		2385
Dotace <sup>12</sup>	Kč.ha <sup>-1</sup>	4686	7686	4686	7686	4686	7686
Měrné náklady - včetně dotací <sup>13</sup>	Kč.t <sup>-1</sup>	888	-112	1407	573	1152	362

1 unit, 2 without fertilization, 3 additional fertilization by slurry, 4 additional fertilization by mineral fertilizer, 5 material costs, 6 mechanization costs, 7 variable costs, 8 fixed costs, 9 total costs, 10 energy hay yield, 11 specific costs without subsidies, 12 subsidies, 13 specific costs including subsidies

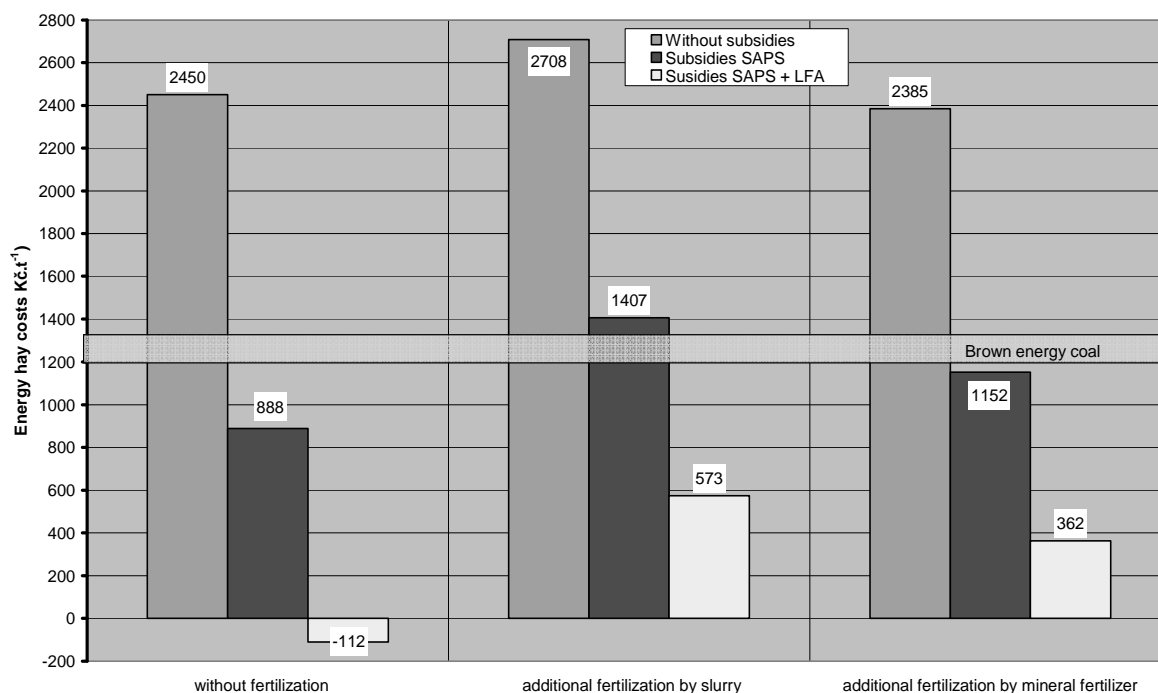
Produkce ve formě lisovaných balíků je vhodná jako palivo do větších kotelen a tepláren. V produkci energetického sena se opět odráží výrazný vliv dotací. Bez dotací jsou ceny této biomasy kolem 2500 Kč.t<sup>-1</sup> a je tedy na trhu paliv jen obtížně realizovatelná. Při využití dotace SAPS se cena sníží na hodnoty kolem 1000 Kč.t<sup>-1</sup>, za tuto cenu je již v praxi uplatnitelná. Ekonomicky nejvýhodnější je pak produkce energetického sena v podmínkách, kde lze získat dotaci LFA na travní porosty. Výsledná cena energetického sena se v těchto oblastech dostává pod 500 Kč.t<sup>-1</sup> a v některých podmínkách mohou být dotace i vyšší než náklady na produkci.

V těchto kotelnách a teplárnách je pro biomasu hlavním ekonomickým konkurentem energetické uhlí. Výsledné náklady na 1 t energetického sena pro jednotlivé varianty pěstování jsou uvedeny na obr. 1 i s porovnáním s cenou energetického uhlí.

Vzhledem k tomu, že uvedené formy dotací jsou stanoveny sazbou na 1 ha (zemědělská půda, travní porost), vycházejí nejpříznivější náklady na jednotku produkce právě ve variantě extenzivního pěstování bez hnojení.

## Závěr

Při péči o TTP vzniká významné množství biomasy, která nemá uplatnění v živočišné výrobě, má tedy podobně jako sláma obilovin charakter odpadní biomasy. Tato odpadní biomasa je jak významným zdrojem pro produkci kompostu k udržení dobré struktury a úrodnosti půdy tak i významným obnovitelným zdrojem energie. Ve všech výrobních



**Obrázek 1.** Náklady na pěstování a sklizeň energetického sena

**Figure 1** Costs of energy hay growing and harvest

oblastech vzniká této odpadní biomasy dostatečné množství pro racionální pokrytí obou směrů jejího využití. Významnou roli v uplatnění této odpadní biomasy sehrávají dotace, bez dotací je ekonomika surovinového i energetického využití nepříznivá.

Energetické a surovinové využití odpadní biomasy má však významné vedlejší přínosy - zvýšení ekonomické stability a energetické nezávislosti zemědělského podniku, vytvoření nových pracovních příležitostí, příznivý vliv na životní prostředí a na tvorbu krajiny.

## Poděkování

Výsledky publikované v tomto článku vznikly díky finanční podpoře Technologické agentury ČR v rámci řešení výzkumného projektu TD010153 „Expertní systém pro hodnocení technologie a ekonomiky produkce a využití biopaliv“.

## Literatura

Abrham Z *et al* (2008) Technologie a ekonomika plodin internetový expertní systém, [www.vuzt.cz](http://www.vuzt.cz)  
Abrham Z a Andert D (2011) Energetický potenciál a ekonomika odpadní zemědělské biomasy z obilovin a olejnin. [Energy potential and economy outlet agricultural biomass from cereals]. *AgritechScience* [online], 2011, roč. 5, č. 2, s. 1-6. ISSN 1802-8942.

Mužík O a Abrham Z (2011) Ekonomická a energetická efektivnost výroby biopaliv. [Economic and energy efficiency of bio-fuel production]. *AgritechScience* [online]. 2011, roč. 5, č. 3, s. 1-4. ISSN 1802-8942.

Kovaříček P *et al* (2012) Modelové postupy výroby kompostu na farmě pro vlastní spotřebu. [Model Methods of Compost Production on Farm for Self-Consumption]. *Komunální technika*, 2012, roč. 6, č. 5

Plíva P (2011) Kompostování v zemědělství. *Úroda*, 2011, roč. 59, č. 12, s. 66-67. ISSN 0139 – 6013

## **Zhodnotenie vybraných indikátorov ovplyvňujúcich klimatickú zmenu v súvislosti s významnými oblasťami pre ochranu biodiverzity v niektorých krajinách EÚ**

### **Evaluation of selected indicators affecting the climate change in connection with important areas for biodiversity conservation in some countries of the European Union**

Ružena Vajčíková

RIAFE – Výskumný ústav ekonomiky poľnohospodárstva a potravinárstva (Research Institute of Agricultural and Food Economics), Trenčianska 55, 824 80 Bratislava, Slovakia, ruzena.vajcikova@vuepp.sk

#### **Abstract**

The contribution deals with current issues of climate change and biodiversity. There were evaluated the selected indicators with an impact on climate change and also the proportion of chosen important areas for biodiversity conservation in some EU countries. It is still necessary to look for opportunities and measures to mitigate the impacts of climate change on biodiversity, enhance its adaptation to climate change, resistance and ensure better conservation. Measures and activities related to the mitigation of climate change can also have a positive effect on biodiversity.

**Keywords:** climate change, greenhouse gases, biodiversity conservation, organic farmland

#### **Úvod**

V súčasnosti sa čoraz viac dostávajú do popredia problémy vznikajúce v rámci prebiehajúcej klimatickej zmeny. Správa Európskej environmentálnej agentúry (EEA, 2010) poukazuje na skutočnosť, že zmena klímy má viditeľný vplyv na biodiverzitu. Dochádza k veľmi rýchlemu poklesu biodiverzity v dôsledku hospodárskych aktivít spoločnosti.

Aj správa Svetovej banky (THE WORLD BANK, 2008), ktorá sa zaoberá klimatickými zmenami a tiež možnosťami adaptácie na klimatické zmeny s ohľadom na biodiverzitu, upozorňuje na význam biodiverzity (druhov a biotopov) pre ľudstvo. Ľudská spoločnosť závisí od produktívnych lesov, rybolovu a poľnohospodárskych plodín. Klimatické zmeny majú vplyv na ekosystémy, na živobytie atď. Zlepšením ochrany a riadením biologických zdrojov sa môžu zmierniť negatívne vplyvy na biodiverzitu a zvýšiť odolnosť voči zmene klímy.

Európska únia (EÚ), ako zmluvná strana Rámcového dohovoru OSN o zmene klímy (UNFCCC), každý rok predkladá správu o skleníkových plynoch (GHG) (EEA, 2012). Je to výročná inventúra skleníkových plynov (emisie skleníkových plynov medzi rokmi 1990 a 2010) v Európskej únii k Rámcovému dohovoru OSN o zmene klímy a Kjótskemu protokolu.

#### **Materiál a metódy**

Cieľom príspevku bolo zhodnotenie vybraných indikátorov, ktoré majú vplyv na klimatickú zmenu v súvislosti s vývojom podielu významných plôch pre ochranu biodiverzity v niektorých krajinách EÚ. Pre vyhodnotenie boli vybrané ukazovatele, vo zvolených krajinách (Česká republika, Nemecko, Rakúsko, Slovenská republika, Maďarsko, Poľsko) za roky 2008 a 2010: emisie skleníkových plynov celkom a v poľnohospodárstve (v 1000 t

ekvivalentu CO<sub>2</sub>); % území v rámci NATURA 2000 podľa smernice o vtákoch (chránené vtáčie územia) vo vybraných krajinách EÚ (stav k 20. júnu 2008 a máj 2010); výmera ekologicky obhospodarovanej pôdy (v %). Primárne údaje pochádzajú podľa dostupnosti údajov – z Eurostatu a EEA. Výsledky sú spracované do tabuliek a grafu. Zdrojom sekundárnych informácií sú uvedené správy Európskej environmentálnej agentúry (EEA, 2012; EEA, 2010), správa DG AGRI – EU, Directorate-General for Agriculture and Rural Development, 2010 a správa Svetovej banky (THE WORLD BANK, 2008).

## Výsledky a diskusia

Pri ukazovateli **celkové emisie skleníkových plynov vo vybraných krajinách EÚ** – Eurostat a EEA uvádzajú rôzne skleníkové plyny, ktoré sú vážené podľa ich potenciálu globálneho otepľovania a výsledky sú vyjadrené v ekvivalentoch CO<sub>2</sub>. V roku 2010 došlo v porovnaní s rokom 2008 k poklesu celkových emisií skleníkových plynov v uvedených krajinách (Tabuľka 1 a Graf 1), krajiny majú záujem o znižovanie dopadov klimatických zmien.

**Tabuľka 1.** Emisie skleníkových plynov celkom vo vybraných krajinách EÚ v rokoch 2008 a 2010, v 1000 t ekvivalentu CO<sub>2</sub>.

**Table 1** Total Greenhouse Gas (GHG) emissions in selected EU countries in 2008 and 2010, in 1000 t CO<sub>2</sub> equivalent.

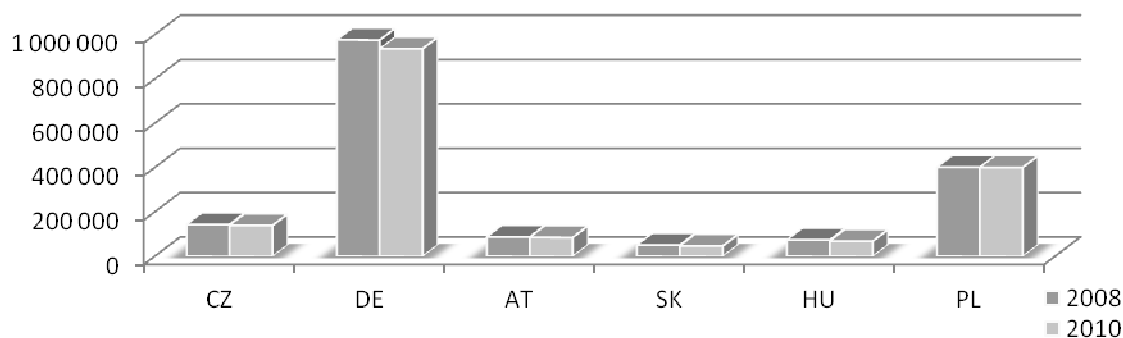
Krajina <sup>1</sup>	Emisie skleníkových plynov celkom (v 1000 t ekvivalentu CO <sub>2</sub> ) <sup>2</sup>		
	2008	2010	Rozdiel <sup>3</sup> 2010-2008
Česká republika /CZ	143 663	139 158	-4 505
Nemecko /DE	975 967	936 544	-39 423
Rakúsko /AT	86 956	84 594	-2 362
Slovenská republika /SK	50 078	45 982	-4 096
Maďarsko /HU	73 292	67 679	-5 613
Poľsko /PL	401 339	400 865	-474

Zdroj<sup>4</sup>: European Environment Agency (EEA), Eurostat; vlastné výpočty<sup>5</sup>.

<sup>1</sup>country, <sup>2</sup>total GHG emissions (in 1000 t CO<sub>2</sub> equivalent), <sup>3</sup>difference, <sup>4</sup>source, <sup>5</sup>own calculations

**Graf 1.** Emisie skleníkových plynov celkom vo vybraných krajinách EÚ v rokoch 2008 a 2010, v 1000 t ekvivalentu CO<sub>2</sub>.

**Figure 1** Total Greenhouse Gas emissions in selected EU countries in 2008 and 2010, in 1000 t CO<sub>2</sub> equivalent.



Zdroj/Source: Eurostat

Podobne ako pri predchádzajúcom ukazovateli aj pri **emisiách skleníkových plynov v poľnohospodárstve** nastal vo vybraných krajinách v roku 2010 ich pokles v porovnaní s rokom 2008 (Tabuľka 2). Prispieva k tomu najmä multifunkčné udržateľné poľnohospodárstvo a tiež podpora v rámci rozvoja vidieka.

**Tabuľka 2.** Emisie skleníkových plynov v poľnohospodárstve vo vybraných krajinách EÚ v rokoch 2008 a 2010, v 1000 t ekvivalentu CO<sub>2</sub>

**Table 2** Greenhouse Gas (GHG) emissions in agriculture in selected EU countries in 2008 and 2010, in 1000 t CO<sub>2</sub> equivalent

Krajina <sup>1</sup>	Emisie skleníkových plynov v poľnohospodárstve (v 1000 t ekvivalentu CO <sub>2</sub> ) <sup>2</sup>		
	2008	2010	Rozdiel <sup>3</sup> 2010-2008
Česká republika /CZ	8 374	7 777	-597
Nemecko /DE	70 467	67 479	-2 988
Rakúsko /AT	7 647	74 53	-194
Slovenská republika /SK	3 153	3 065	-88
Maďarsko /HU	8 812	8 267	-545
Poľsko /PL	36 173	34 624	-1 549

Zdroj<sup>4</sup>: European Environment Agency (EEA), Eurostat; vlastné výpočty<sup>5</sup>.

<sup>1</sup>country, <sup>2</sup>GHG emissions in agriculture (in 1000 t CO<sub>2</sub> equivalent), <sup>3</sup>difference, <sup>4</sup>source, <sup>5</sup>own calculations

Podľa správy Svetovej banky (THE WORLD BANK, 2008) sú chránené územia kľúčové pre zachovanie biologickej rozmanitosti a pred vplyvmi zmeny klímy. Hoci väčšina chránených oblastí bola vyhlásená za účelom ochrany biodiverzity, môžu poskytovať ďalšie ekosystémové služby, vrátane ochrany vody, sekvestrácie uhlíka a znižovania zraniteľnosti voči katastrofám, ako sú povodne, suchá a iné.

Nasledujúca Tabuľka 3 a Graf 3 znázorňujú **percento územia chránených oblastí pre ochranu biodiverzity podľa smernice o vtácoch (chránené vtáčie územia)**. V hodnotených krajinách EÚ sa táto výmera v sledovaných obdobiach veľmi nezmenila, najväčší podiel týchto území má Slovenská republika a Poľsko.

**Tabuľka 3.** Chránené oblasti pre ochranu biodiverzity - % územia v rámci NATURA 2000 podľa smernice o vtácoch vo vybraných krajinách EÚ v rokoch 2008 (20.jún) a 2010 (máj)

**Table 3** Protected areas for biodiversity conservation - % of the territory within NATURA 2000 sites under the Birds Directive in selected EU countries in 2008 (June 20) and 2010 (May)

Krajina <sup>1</sup>	% územia v rámci NATURA 2000 podľa smernice o vtácoch <sup>2</sup>	
	20. jún <sup>3</sup> 2008	Máj <sup>4</sup> 2010
Česká republika /CZ	12,2	12,3
Nemecko /DE	8,9	12,2
Rakúsko /AT	11,6	11,8
Slovenská republika /SK	25,1	25,1
Maďarsko /HU	14,5	14,5
Poľsko /PL	14,1	15,6

Zdroj<sup>5</sup>: DG ENV – Natura 2000 Barometer, EEA (ETCB), according to: EU, Directorate-General for Agriculture and Rural Development, 2010.

<sup>1</sup>country, <sup>2</sup>% of the territory within NATURA 2000 under the Birds Directive, <sup>3</sup>June, <sup>4</sup>May, <sup>5</sup>source

K redukcii emisií skleníkových plynov, zvyšovaniu sekvestrácie uhlíka a k zlepšeniu biodiverzity v rámci poľnohospodárstva napomáha hlavne udržateľné poľnohospodárstvo, podpora rozvoja vidieka. Aktivitou s pozitívnym vplyvom na biodiverzitu je aj **ekologické poľnohospodárstvo**. Okrem Rakúska, kde bol zaznamenaný mierny pokles, v ostatných sledovaných krajinách EÚ možno pozorovať v roku 2010 nárast podielu plôch v ekologickom poľnohospodárstve (Tabuľka 4), čo svedčí o zvyšujúcom sa záujme farmárov o ochranu životného prostredia a ich environmentálneho povedomia.

**Tabuľka 4.** Podiel výmery ekologicky obhospodarovanej pôdy z celkovej využitej poľnohospodárskej pôdy (UAA) vo vybraných krajinách EÚ v rokoch 2008 a 2010 v %  
**Table 4** Share of the organic farmland area in total utilized agricultural area (UAA) in selected EU countries in 2008 and 2010 in%

Krajina <sup>1</sup>	Ekologicky obrábaná pôda <sup>2</sup>		Rozdiel <sup>3</sup> 2010-2008 (%)
	2008	2010	
Česká republika /CZ	9,0	12,4	3,4
Nemecko /DE	5,4	5,9	0,5
Rakúsko /AT	17,5	17,2	-0,3
Slovenská republika /SK	7,3	9,1	1,8
Maďarsko /HU	2,1	2,4	0,3
Poľsko /PL	2,0	3,3	1,3

Zdroj<sup>4</sup>: Eurostat; vlastné výpočty<sup>5</sup>. <sup>1</sup>country, <sup>2</sup>organic farmland, <sup>3</sup>difference, <sup>4</sup>source, <sup>5</sup>own calculations

## Záver

Medzi problémy súvisiace s postupujúcou klimatickou zmenou patrí aj negatívny dopad na biodiverzitu. Uvedené krajiny EÚ (Česká republika, Nemecko, Rakúsko, Slovenská republika, Maďarsko, Poľsko) majú záujem o zmiernenie efektov klimatickej zmeny. V roku 2010 tu došlo v porovnaní s rokom 2008 k poklesu celkových emisií skleníkových plynov. Aj pri emisiách skleníkových plynov v poľnohospodárstve nastal v roku 2010 pokles oproti roku 2008. K zníženiu skleníkových plynov prispeli tiež: vstup EÚ k Rámcovému dohovoru OSN o zmene klímy a Kjótskemu protokolu, zavádzanie environmentálne prijateľných technológií, obnoviteľné zdroje energie, udržateľné poľnohospodárstvo, podpora rozvoja vidieka a i.

Význam pre znižovanie účinkov zmeny klímy majú aj chránené oblasti (chránené územia, územia NATURA 2000 atď.), ktoré okrem ochrany biodiverzity plnia viac ďalších environmentálnych a iných funkcií. V uvedených krajinách sa % územia chránených oblastí pre ochranu biodiverzity podľa smernice o vtákoch veľmi nezmenilo.

Dôležitou aktivitou s pozitívnym vplyvom na biodiverzitu a redukcii skleníkových plynov je aj ekologické poľnohospodárstvo. K nárastu podielu týchto plôch vo väčšine vybraných krajín prispieva aj zvyšujúce sa environmentálne povedomie farmárov, podpora rozvoja vidieka a i.

## Literatúra

European Environment Agency (2012) Annual European Union greenhouse gas inventory 1990–2010 and inventory report 2012. Technical report No 3/2012. European Environment Agency, 27 May



2012. Dostupné na: <http://www.eea.europa.eu/publications/european-union-greenhouse-gas-inventory-2012> (30.01. 2013)

European Environment Agency (2010) EEA SIGNALS 2010. BIODIVERSITY, CLIMATE CHANGE AND YOU. Copenhagen: EEA, 2010. 61 pp.

Dostupné na: <http://www.eea.europa.eu/publications/signals-2010> (05.02. 2013)

EU, Directorate-General for Agriculture and Rural Development (2010) Rural Development in the European Union - Statistical and Economic Information - Report 2010. European Union, Directorate-General for Agriculture and Rural Development, december 2010. Chapter 2.2.4. Environment. Dostupné na:

<http://ec.europa.eu/agriculture/agrista/rurdev2010/ruraldev.htm> (03.02. 2013)

[http://ec.europa.eu/agriculture/agrista/rurdev2010/RD\\_Report\\_2010\\_Chapter2-24.pdf](http://ec.europa.eu/agriculture/agrista/rurdev2010/RD_Report_2010_Chapter2-24.pdf) (03.02. 2013)

THE WORLD BANK (2008) Climate Change and Adaptation. Nature-Based Solutions from the World Bank Portfolio. USA, Washington, DC: The International Bank for Reconstruction and Development / THE WORLD BANK, 2008. 102 pp.

## Úroda sušiny a jej rozdelenie v kosbách počas dvoch po sebe nasledujúcich extrémne suchých rokov pri *Trifolium pratense*, *Medicago sativa* a ich miešankách s *Festulolium*

### The yield and distribution of dry matter to the cuts at *Trifolium pratense*, *Medicago sativa* and their mixtures with *Festulolium* during two consecutive extremely dry years

Miriám Kizeková, Jozef Čunderlík, Jana Martincová, Ľubica Jančová

CVRV - Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva (Grassland and Mountain Agriculture Research Institute), Mládežnícka 36, 974 21 Banská Bystrica, Slovakia, kizekova@vutphp.sk

#### Abstract

The paper presents a research carried out with the objective to compare the total annual dry matter (DM) yield and its distribution to the cuts under the climatic conditions of Banská Bystrica during the growing seasons of 2011 and 2012. The comparison was made between the monocultures of *Trifolium pratense* (cultivars Fresko and Vesna) and *Medicago sativa* (cultivars Kamila and Tereza) and their mixtures with *Festulolium braunii* (cultivar Achilles). There were not any significant differences in the total annual DM yield between the respective monocultures of *Trifolium pratense* cv. Fresko and cv. Vesna, and the mixtures of *Trifolium pratense* with *Festulolium braunii* cv. Achilles. Similarly, *Medicago sativa* cultivars Kamila and Tereza grown as monocultures or as mixtures with *Festulolium braunii* cv. Achilles provided a well-balanced total annual DM yield. However, there was a difference in the DM distribution to the cuts. The significantly highest DM yield was recorded in the monocultures of *Trifolium pratense* cultivars Fresko and Vesna as well as in their mixtures with *Festulolium braunii* cultivar Achilles at the second cut. At the cuts, the difference in DM yields between the *Medicago sativa* (cvs. Kamila and Tereza) monocultures and their respective mixtures with *Festulolium braunii* cv. Achilles was not significant.

**Keywords:** total dry matter yield, dry matter yield distribution, *Trifolium pratense*, *Medicago sativa*, climate change

#### Úvod

Produkcia sušiny spolu s kvalitou krmiva určujú ekonomickú efektívnosť pestovania dočasných trávnych porastov. Vysoké každoročné úrody však nie sú jedinou prioritou chovateľov hovädzieho dobytku (Frankow-Lindberg *et al*, 2009). Rastúca variabilita počasia ovplyvňuje potrebu zabezpečiť dostatok kvalitného objemového krmiva počas celého vegetačného obdobia pre priame skrmovanie ako aj pre vytvorenie dostatočnej zásoby konzervovaného krmiva na zimné obdobie. Zabezpečenie tohto cieľa je determinované výberom vhodných druhov tráv a d'atelinovín, ktoré sa okrem kvalitatívnych parametrov vyznačujú aj rovnomernou distribúciou produkcie sušiny počas celého vegetačného obdobia (O' Donovan *et al*, 2011).

#### Materiál a metódy

V júni 2010 bol v areáli CVRV - VÚTPHP Banská Bystrica založený maloparcelkový pokus v troch opakovaní na piesočnatohlinitej pôde s neutrálnou reakciou. Do pokusu bolo zaradených 6 variantov s nasledovným zložením: variant 1 - *Trifolium pratense* cv. Fresko,

variant 2 - *Trifolium pratense* cv. Vesna, variant 3 - *Trifolium pratense* cv. Fresko + *Festulolium braunii* cv. Achilles, variant 4 - *Medicago sativa* cv. Tereza, variant 5 - *Medicago sativa* cv. Kamila, variant 6 - *Medicago sativa* cv. Tereza + *Festulolium braunii* cv. Achilles. Plocha parcely mala výmeru 10,5m<sup>2</sup> (1,5 x 7,0 m). Pred sejbou boli do pôdy zapravené minerálne hnojivá v dávkach 30 kg N.ha<sup>-1</sup>, 30 kg P.ha<sup>-1</sup> a 60 kg K.ha<sup>-1</sup>. V rokoch 2011 a 2012 sa na začiatku vegetácie porasty hnojili fosforom a draslíkom v dávke 30 kg P.ha<sup>-1</sup> a 60 kg K.ha<sup>-1</sup>. V roku založenia pokusu sa uskutočnili dve odburiňovacie kosby a na konci vegetačného obdobia prebehla jedna riadna kosba. V prvom a druhom úžitkovom roku sa porasty pokosili 3-krát. Prvá kosba sa pri *Trifolium pratense* uskutočnila na začiatku tvorby kvetných hlávok a pri *Medicago sativa* najneskôr do začiatku jej kvitnutia. Druhá kosba sa vykonala s odstupom 4 - 5 týždňov a tretia kosba za 7- 8 týždňov po druhej kosbe. Pre klasifikáciu vlhkosných pomerov rastových období prvej, druhej a tretej kosby sa použil hydrotermický koeficient podľa Sel'janinova, ktorý je definovaný vzťahom:

$$HTK = \Sigma H_Z / 0.1 \Sigma t_{10}$$

kde HTK - hydrotermický koeficient,

$\Sigma H_Z$  - suma zrážok za hodnotené obdobie (mm) pri teplote nad 10°

$\Sigma t_{10}$  - suma priemerných denných teplôt za hodnotené obdobie v °C.

**Tabuľka 1.** Charakteristika obdobia vyjadrená hydrotermickým koeficientom podľa Sel'janinova (HTK)

**Table 1** The characteristics of the season in compliance with the Selyaninov hydrothermal coefficient (HTC)

HTK <sup>1</sup>	<sup>2</sup> Pod 0,3	0,31 – 0,50	0,51 – 0,99	1,00	1,01 – 2,00	<sup>3</sup> Nad 2,00
Charakteristika obdobia <sup>4</sup>	Katastrofálne sucho <sup>5</sup>	Sucho <sup>6</sup>	Nedostatok vlahy <sup>7</sup>	Zrážky sú rovné výparu <sup>8</sup>	Dostatok vlahy <sup>9</sup>	Prebytok vlahy <sup>10</sup>

<sup>1</sup> the Selyaninov hydrothermal coefficient (HTC); <sup>2</sup>below 0.3; <sup>3</sup>above 2.00; <sup>4</sup>season's characteristics; <sup>5</sup>catastrophic drought; <sup>6</sup>drought; <sup>7</sup>moisture deficiency; <sup>8</sup>rainfall equal to evaporation; <sup>9</sup>moisture sufficiency; <sup>10</sup>moisture surplus;

## Výsledky a diskusia

V rokoch 2011 a 2012 dosiahol ročný úhrn zrážok 47 % a 57 % dlhodobého priemeru. Podľa klasifikácie roka z hľadiska vlhkosti sa obidva roky môžu označiť ako mimoriadne suché roky. Nedostatok vlahy bol charakteristický pre rastové obdobia všetkých troch kosieb v obidvoch rokoch s výnimkou prvej kosby v roku 2012 (Tabuľka 2).

**Tabuľka 2.** Charakteristika rastových období prvej, druhej a tretej kosby podľa hydrotermického koeficientu podľa Sel'janinova

**Table 2** The characteristics of the growing periods at the 1<sup>st</sup>, 2<sup>nd</sup> and 3<sup>rd</sup> cuts in compliance with the Selyaninov hydrothermal coefficient (HTC)

Rok <sup>1</sup>	Kosba <sup>2</sup>	HTK <sup>3</sup>	Charakteristika obdobia <sup>4</sup>
2011	1.	0,73	Nedostatok vlahy <sup>5</sup>
	2.	0,68	Nedostatok vlahy <sup>5</sup>
	3.	0,34	Sucho <sup>6</sup>
2012	1.	1,14	Dostatok vlahy <sup>7</sup>
	2.	0,25	Katastrofálne sucho <sup>8</sup>
	3.	0,00	Katastrofálne sucho <sup>8</sup>

<sup>1</sup>years; <sup>2</sup>the 1<sup>st</sup>, 2<sup>nd</sup> and 3<sup>rd</sup> cuts; <sup>3</sup>the Selyaninov hydrothermal coefficient (HTC); <sup>4</sup>season's characteristics; <sup>5</sup>moisture deficiency; <sup>6</sup>drought; <sup>7</sup>moisture sufficiency; <sup>8</sup>catastrophic drought;

Produkcia sušiny monokultúr *Trifolium pratense* cv. Fresko, cv. Vesna a miešanky *Trifolium pratense* s *Festulolium braunii* cv. Achilles sa v roku 2011 pohybovala v intervale 5,53 t.ha<sup>-1</sup> (*Trifolium pratense* cv. Vesna) do 8,71 t.ha<sup>-1</sup> (miešanka *Trifolium pratense* cv. Fresko + *Festulolium braunii* cv. Achilles). V roku 2012 sa celoročná úroda sušiny u monokultúr *Trifolium pratense* cv. Fresko a cv. Vesna znížila o 53 % a v prípade miešanky *Trifolium pratense* cv. Fresko + *Festulolium braunii* cv. Achilles produkcia sušiny poklesla až o 57 % v porovnaní s rokom 2011. Rozdiely v produkcii sušiny medzi variantmi s *Trifolium pratense* však neboli štatisticky významné (Tabuľka 3). Pri *Medicago sativa* najvyššiu celoročnú produkciu sušiny poskytla monokultúra odrody Kamila. Podobne ako pri variantoch s *Trifolium pratense*, v celoročnej produkcii sušiny neboli medzi monokultúrami *Medicago sativa* cv. Kamila, cv. Tereza a miešanke *Medicago sativa* s *Festulolium braunii* cv. Achilles zaznamenané štatisticky významné rozdiely (Tabuľka 4). Na rozdiel od variantov s *Trifolium pratense*, v roku 2012 sa celoročná produkcia sušiny variantov s *Medicago sativa* zvýšila v porovnaní s predchádzajúcim rokom, a to o 39 % pri miešanke *Medicago sativa* cv. Tereza s *Festulolium braunii* cv. Achilles a o 68 % pri monokultúre *Medicago sativa* cv. Kamila.

**Tabuľka 3.** Úroda sušiny monokultúry *Trifolium pratense* cv. Fresko, cv. Vesna a d'atelinotrávnej miešanky *Trifolium pratense* cv. Fresko + *Festulolium braunii* cv. Achilles  
**Table 3** Dry matter yields at the monoculture of *Trifolium pratense* cvs. Fresko and Vesna and at the grass/clover mixture of *Trifolium pratense* cv. Fresko + *Festulolium braunii* cv. Achilles

Zdroj variability <sup>1</sup>	Faktor <sup>2</sup>	Úroda sušiny <sup>3</sup> (t.ha <sup>-1</sup> ) *
Druhové zloženie <sup>4</sup>	<i>Trifolium pratense</i> cv. Fresko	5,45 <sup>a</sup>
	<i>Trifolium pratense</i> cv. Vesna	4,09 <sup>a</sup>
	<i>Trifolium pratense</i> cv. Fresko	6,21 <sup>a</sup>
	+ <i>Festulolium braunii</i> cv. Achilles	
Kosba <sup>5</sup>	1.	1,69 <sup>b</sup>
	2.	2,56 <sup>c</sup>
	3.	1,05 <sup>a</sup>

<sup>1</sup> variability source; <sup>2</sup> factor, <sup>3</sup> dry mater yield; <sup>4</sup> species composition; <sup>5</sup> the 1<sup>st</sup>, 2<sup>nd</sup> and 3<sup>rd</sup> cuts;

\* Medzi hodnotami, ktoré nie sú označené zhodnými symbolmi, sú preukazné rozdiely

\* Mean values not sharing a common letter are significantly different.

Rozdelenie úrody sušiny v jednotlivých kosbách mali pri monokultúrach *Trifolium pratense* cv. Fresko, cv. Vesna a jej miešanke s *Festulolium* cv. Achilles významnú úlohu zrážky, resp. ich nedostatok. Nedostatok vlhky počas vegetačného obdobia v obidvoch rokoch významnou mierou ovplyvnili distribúciu úrody sušiny. Sucho a katastrofálne sucho sa podpísalo pod štatisticky významne najnižšiu úrodu v tretej kosbe (Tabuľka 3).

Najvyššiu produkciu dosahovali porasty *Trifolium pratense* cv. Fresko, cv. Vesna a miešanka *Trifolium pratense* cv. Fresko + *Festulolium* cv. Achilles v druhej kosbe. Monokultúry *Medicago sativa* cv. Kamila, cv. Tereza ako aj miešanka s *Festulolium* cv. Achilles poskytli síce najvyššie úrody sušiny v druhej kosbe, avšak rozdiel medzi jednotlivými kosbami nebol štatisticky významný (Tabuľka 4). K podobným záverom dospeli Kadžiulienė *et al* (2011), ktorí konštatujú, že *Medicago sativa* poskytuje stabilnú produkciu sušiny počas celého roka.

**Tabuľka 4.** Priemerná úroda sušiny monokultúry *Medicago sativa* cv. Kamila, cv. Tereza a lucernotrávnej miešanky *Medicago sativa* cv. Tereza + *Festulolium* cv. Achilles

**Table 4** Mean dry matter yields at the monoculture of *Medicago sativa* cvs. Kamila and Tereza and at the grass/lucerne mixture of *Medicago sativa* cv. Tereza + *Festulolium* cv. Achilles

Zdroj variability <sup>1</sup>	Faktor <sup>2</sup>	Úroda sušiny <sup>3</sup> (t.ha <sup>-1</sup> ) *
Druhové zloženie <sup>4</sup>	<i>Medicago sativa</i> cv. Kamila	9,18 <sup>a</sup>
	<i>Medicago sativa</i> cv. Tereza	8,14 <sup>a</sup>
	<i>Medicago sativa</i> cv. Tereza	9,06 <sup>a</sup>
	+ <i>Festulolium braunii</i> cv. Achilles	
Kosba <sup>5</sup>	1.	2,70 <sup>a</sup>
	2.	3,40 <sup>a</sup>
	3.	2,70 <sup>a</sup>

<sup>1</sup> zdroj variability, <sup>2</sup> faktor, <sup>3</sup> úroda sušiny, <sup>4</sup> druhové zloženie, <sup>5</sup> kosba

\* Medzi hodnotami, ktoré nie sú označené zhodnými symbolmi, sú preukazné rozdiely

\* Mean values not sharing a common letter are significantly different.

## Záver

Na základe získaných výsledkov môžeme konštatovať, že v súčasných klimatických podmienkach Banskej Bystrice na suchších pôdach s neutrálnou pôdnou reakciou sú *Medicago sativa* a jej miešanky plodiny, ktoré poskytujú vysoké úrody sušiny s rovnomerným rozdelením v troch kosbách. *Trifolium pratense* je naopak senzitívna na nedostatok vlhky, najmä v letnom období, kedy sa jej produkcia výrazne znižuje a v tretej kosbe dosahuje len tretinu produkcie *Medicago sativa*. Zaujímavým fenoménom sa stáva vyššia produkcia sušiny v druhej kosbe v porovnaní s prvou kosbou pri *Trifolium pratense* ako aj pri *Medicago sativa* a ich miešankách s *Festulolium braunii*.

## Literatúra

O'Donovan M *et al* (2011) Requirements of future grass-based ruminant production systems in Ireland. In Irish Journal of Agricultural and Food Research 50, 1 - 21.

Frankow-Lindberg B.E *et al* (2009) Biodiversity effects on yield and unsown species invasion in a temperate forage ecosystem. Annals of Botany 103, 913-921.

Kadžiuilienė Ž *et al* (2011) Lucerne and white clover for long term grassland: impact on sward and yield stability. Grassland Science in Europe 16, 229 – 231.

## **Rastie produkcia sušiny trávneho porastu so vzrastajúcou koncentráciou oxidu uhličitého v atmosfére Zeme? Výsledky dlhodobého pokusu**

### **Is the grassland dry mater production rising with the increasing concentration of carbon dioxide in the Earth atmosphere? Results of a long-term experiment**

Norbert Britaňák<sup>1</sup>, Milan Michalec<sup>2</sup>, Ľubomír Hanzes<sup>1</sup>, Iveta Ilavská<sup>1</sup>, Ľubica Jančová<sup>2</sup>, Zuzana Kováčiková<sup>2</sup>, Janka Martincová<sup>2</sup>, Štefan Pollák<sup>2</sup>, Vladimíra Vargová<sup>2</sup>

<sup>1</sup>CVRV – Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva (Grassland and Mountain Agriculture Research Institute), Regionálne výskumné pracovisko, ul. SNP 2, 058 01 Poprad, Slovakia brinor@isternet.sk

<sup>2</sup>CVRV- Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva (Grassland and Mountain Agriculture Research Institute), Mládežnícka 36, 974 21 Banská Bystrica, Slovakia

#### **Abstract**

Carbon dioxide is the most important greenhouse gas and from the beginning of the Industrial Revolution its atmospheric concentration has continually been growing. It is the subject of model and experiments worldwide to find out what happens when its concentration in the atmosphere reaches a certain level. These models and pot and field experiments have dealt with a particular crop or entire plant community to ecosystems. Paper presented here deals with the influence of naturally increasing carbon dioxide in the atmosphere on above-ground dry matter production in a long-term experiment. Increased carbon dioxide concentration positively and significantly has influenced dry matter production over the 36 years. Through the water vapour an increased concentration of carbon dioxide affects indirectly the amount of rainfall. The impact of rainfall has had the same effect (Pearson correlation coefficient) as increasing the concentration of this greenhouse gas in the atmosphere 0.4174 and 0.4108, respectively.

**Keywords:** dry mater production, dioxide concentration, alluvial grassland, rainfall

#### **Úvod**

Rastliny vyžadujú pre svoj rast živiny, vodu a svetlo. Svetlo je elektromagnetické žiarenie pochádzajúce zo Slnka. Voda pre rastliny je dostupná v tekutom stave. Živiny sú väčšinou v pevnom skupenstve a vo forme buď anorganickej alebo organickej. Jedinou živinou, ktorú rastliny vo veľkom prijímajú, a je v plynnom skupenstve, je oxid uhličitý. Pre autotrofné organizmy má táto nevyhnutná živina v histórii života vysokú variabilitu, veď najnižšia koncentrácia (171,6 ppm) bola zistená v ľade datovanom do obdobia pred približne 670 tisíc rokov (Luthi et al. 2008). Naopak, najvyššia koncentrácia (približne 4600 ppm) bola identifikovaná v období okolo 520 miliónov rokov (Franks et al. 2013). Tieto výsledky sú na základe rekonštrukcií buď z vrtoŕ do ľadu alebo na základe geochemických modelov. Najdlhšie kontinuálne merania pochádzajú z observatória na sopke Mauna Loa, kde sa začalo s meraním na začiatku roka 1958 (Keeling et al. 1976). Siegenthaler et al. (2005) uvádzajú, že za posledných 650 tisíc rokov koncentrácia oxidu uhličitého oscilovala okolo hodnôt 180 – 260 ppm. Hodnota 280 ppm sa v literatúre odhaduje ako najnižšie množstvo oxidu uhličitého pri začatí priemyselnej revolúcie (1760 až 1800). Na začiatku meraní koncentrácie tohto plynu je hodnota 313,23 (Keeling et al. 1976). V nedávnej

minulosti, konkrétne 13. mája 2012, bola nameraná najvyššia hodnota oxidu uhličitého na úrovni 397,17 ppm.

V predloženom príspevku hodnotíme vplyv zvyšujúcej sa koncentrácie oxidu uhličitého na produkciu sušiny nadzemnej fytomasy nehnojeného trvalého trávneho porastu.

## **Materiál a metódy**

Pokus bol založený v roku 1961. Autorom metodiky bol doc. Ing. Ondrej Tomka, CSc. Dlhodobý experiment je na stanovišti patriacom do zväzu *Alopecurion pratensis* Passarge 1964, asociácia *Alopecuretum pratensis* Regel 1925, Steffen 1931. Stanovište sa nachádza v nadmorskej výške 350 m. Počas vegetačného obdobia predstavuje dlhodobý priemer denných teplôt 14,7°C a dlhodobý úhrn zrážok je 428 mm. Tento dlhodobý pokus má blokové usporiadanie desiatich variantov v štyroch znáhodnených opakovaniach. Prezentované výsledky sú založené na sledovaniach produkcie sušiny nadzemnej fytomasy z nehnojeného, kontrolného variantu. Koncentrácie oxidu uhličitého sú z havajského observatória Mauna Loa nachádzajúceho sa v nadmorskej výške 3400 m. Údaje o koncentrácii tohto plynu sú voľne k dispozícii len od roku 1975. Prezentované výsledky sa tak zameriavajú na obdobie rokov 1975 až 2010, sledujúc tak 36-ročné obdobie, počas ktorého sa táto údolná lúka periodicky trojkosne využívala.

Pred vykonaním analýz bol súborm testovaný na prítomnosť odľahlých hodnôt. Pestovateľský ročník 1999 bol detegovaný ako odľahlý, preto bol z následných štatistických operácií vylúčený.

## **Výsledky a diskusia**

Koncentrácia oxidu uhličitého v časovom intervale rokov 1975 až 2010 vzrástla o 58,58 ppm, z priemernej ročnej hodnoty 331,19 na 389,77. Najvyššia hodnota, dosiahnutá na priemernej ročnej báze, je z roka 2012: 393,81 ppm. Uvedené hodnoty na začiatku a na konci sledovaného obdobia sú o 18 až 39% vyššie než 280 ppm na začiatku priemyselnej revolúcie. Navyše sú o 93-127% vyššie než najnižšia zaznamenaná koncentrácia (Siegenthaler et al. 2005, Luhti et al. 2008, Smol 2012, Franks et al. 2013). Priemerný prírastok oxidu uhličitého za rok v atmosfére Zeme bol počas sledovaného obdobia 1,67 ppm ( $\pm 0,50$  SD). Medián uvedenej periódy má hodnotu 1,68 ppm. Šikmosť tohto súboru (0,268) poukazuje na to, že každoročne dochádza k rýchlejšiemu nárastu tohto skleníkového plynu v atmosfére. Vzájomný vzťah medzi rokmi a prírastkom oxidu uhličitého je pozitívny a štatisticky preukazný ( $r = 0,3823$ ,  $P = 0,028$ ). Interval každoročných prírastkov mal najnižšiu hodnotu 0,60 ppm a naopak najvyššiu 2,97 ppm.

Priemerná produkcia sušiny nadzemnej fytomasy nehnojenej kontroly trvalého trávneho porastu predstavuje hodnotu 4,38 t.ha<sup>-1</sup> ( $\pm 2,02$  SD). Rozsah úrod sa pohyboval od 0,84 po 9,10 t.ha<sup>-1</sup>. Produkcia sušiny bola pozitívne ovplyvňovaná nárastom koncentrácie oxidu uhličitého v atmosfére ( $r = 0,4108$ ,  $P = 0,018$ ). Avšak prírastok tohto plynu mal nižší vplyv na produkciu, kvôli nižšiemu, stále však pozitívnemu korelačnému koeficientu ( $r = 0,3655$ ,  $P = 0,036$ ). Franks et al. (2013) uvádzajú, že experimenty s obohatením vzduchu o oxid uhličitý vedú k počiatočnému nárastu produkcie. Následne sa po tomto iniciálnom zvýšení produkcia znižuje a dosahuje hodnoty blízke kontrolám, rastúcich v súčasných koncentráciách alebo na začiatku týchto experimentov. Autori tvrdia, že na základe Liebigovho zákona minima predstavujú iné živiny limit pre udržanie tejto zvýšenej produkcie. Luo et al. (2004) navrhli a následne dokladovali, že živinou, ktorá limituje produkciu v atmosfére bohatej na oxid uhličitý, je dusík. Tým, že sa zistili pozitívne vzťahy medzi koncentráciou oxidu uhličitého, jeho prírastkom i trvaním experimentu a produkciou sušiny v trvaní experimentu, poukazuje

to na to, že aj iné faktory a procesy ovplyvňujú stále sa zvyšujúcu produkciu sušiny nadzemnej fytomasy. Uvedené môže byť spôsobené podporením mineralizačných procesov v pôde, ktorými sa dotujú požiadavky porastu na živiny. Ďalej, keďže ide o trávny porast na alúviu, môžu to byť aj neperiodické záplavy, prípadne po kanalizácii hlavného recipienta, opäť mineralizačné procesy v pôde. V neposlednom rade je to aj zmena vo floristickom zložení, ktorá by mohla byť vyvolaná v dôsledku zmeny exploatacie porastu.

Oba dôležité meteorologické prvky, či už teplota počas vegetačného obdobia, alebo zrážky, pozitívne ovplyvňovali produkciu sušiny nadzemnej fytomasy. Pri teplote nebol tento vzťah preukazný ( $P < 0,45$ ). Úhrn zrážok pozitívne vplýval na výšku úrody nehnojeného trávneho porastu. Tento vzťah bol aj štatisticky preukazný ( $r = 0,4174$ ,  $P = 0,016$ ). Pôsobenie oxidu uhličitého nepriamo, cez zvýšenú teplotu vzduchu a následne aj cez väčšiu akumuláciu vodných pár, ovplyvňuje množstvo zrážok (napr. Allen and Soden 2008). Wentz et al. (2007) na základe Clausius-Clapeyronovej rovnice očakávajú, že so zvýšením povrchovej teploty o jeden Kelvin úmerne vzrastú zrážky o sedem percent. Zvyšujúce sa množstvo zrážok rovnako ovplyvňuje produkciu sušiny nadzemnej fytomasy ako zvýšené množstvo oxidu uhličitého vo vzduchu (korelačný koeficient oxidu uhličitého:  $r = 0,4108$  a zrážok:  $r = 0,4174$  na produkciu sušiny).

Počas sledovaného obdobia sa šesťkrát vyskytol globálny fenomén El Niño, ktorý sa v zemepisných šírkach Slovenskej republiky môže prejaviť vlnami horúčav, alebo sucha. Vo svetovom meradle sa tento jav, vo vzťahu k prezentovanému príspevku, vyskytol v rokoch 1983, 1987-1988, 1992, 1998 a 2003 (Rosenzweig and Hillel, 2008). Výskyt tohto klimatického fenoménu síce neovplyvnil produkciu sušiny ( $P < 0,47$ ) (bez výskytu  $4,58 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ , s výskytom:  $4,08 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ), ale teplota počas vegetačného obdobia marginálne vzrástla (z  $15,15^\circ\text{C}$  na  $15,87^\circ\text{C}$ ) práve s jeho výskytom ( $\chi^2 = 3,18$ ,  $P = 0,074$ ). Zrážky počas vegetačného obdobia preukazne poklesli z hodnoty  $408,6 \text{ mm}$  bez tohto javu, na  $322,1 \text{ mm}$  s výskytom fenoménu El Niño ( $\chi^2 = 3,18$ ,  $P = 0,074$ ). Priemerný prírastok oxidu uhličitého bol vyšší ( $2,00 \text{ ppm}$  ročne) v prípade výskytu tohto javu než bez neho ( $1,58 \text{ ppm}$ ). Rozdiel bol štatisticky marginálny ( $\chi^2 = 2,67$ ,  $P = 0,102$ ).

## Záver

Predložený príspevok sa zaoberá vzťahom medzi narastajúcou koncentráciou oxidu uhličitého a produkciou sušiny nadzemnej fytomasy trávneho porastu. Úroda nehnojeného trávneho porastu bola pozitívne ovplyvňovaná narastajúcou koncentráciou oxidu uhličitého v atmosfére Zeme a úhrnom zrážok počas vegetačného obdobia. Rozdiely, ktoré majú štatisticky preukazný vplyv, sú medzi týmito faktormi zanedbateľné.

## Literatúra

- Allen R.P and Soden B.J (2008) Atmospheric warming and the amplification of precipitation extremes. *Science* 321(5895): 1481-1484
- Franks P.J et al. (2013) Sensitivity of plants to changing atmospheric CO<sub>2</sub> concentration: from the geological past to the next century. *New Phytologist* 197 (3): 1077-1094
- Keeling C.D et al. (1976) Atmospheric carbon dioxide variations at Mauna Loa Observatory, Hawaii. *Tellus* 28 (6): 538-551.
- Luo Y et al. (2004) Progressive Nitrogen Limitation of ecosystem responses to rising atmospheric carbon dioxide. *BioScience* 54 (8): 731-739
- Luthi D et al. (2008) High-resolution carbon dioxide concentration record 650,000-800,000 before present. *Nature* 453 (7193): 379-382



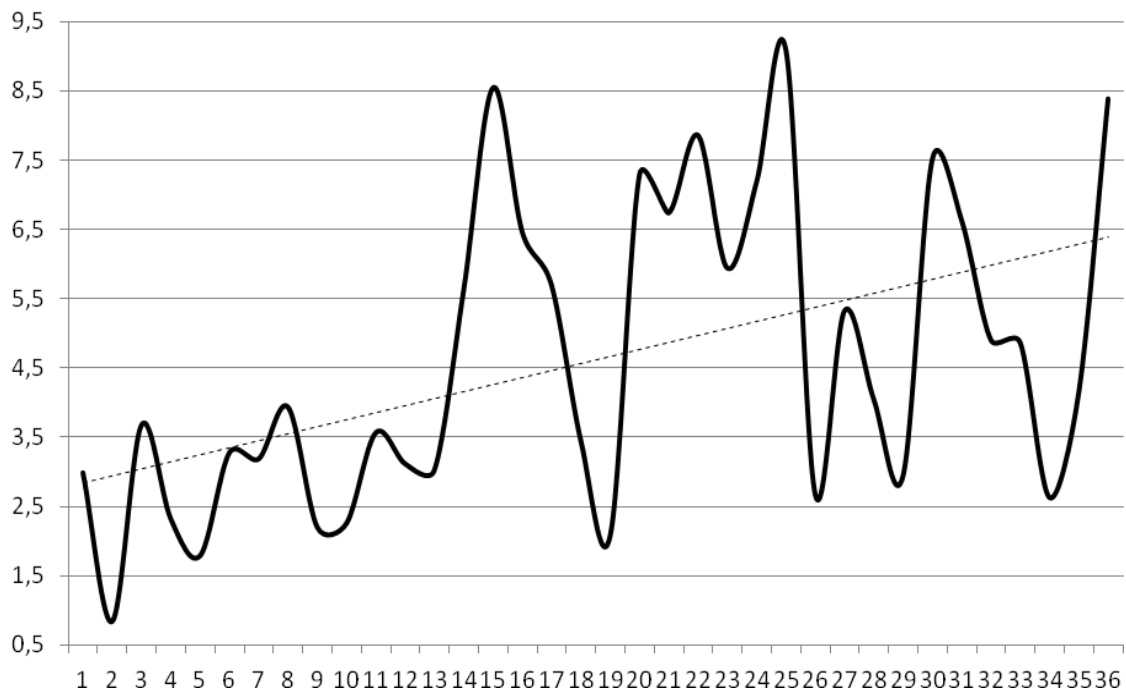
Rosenzweig C and Hillel D (2008) Climate variability and the global harvest: Impacts of El Niño and other oscillations on agroecosystems. Oxford and New York : Oxford University Press 259 p. ISBN 978-0-19-513763-7

Siegenthaler U et al. (2005) Stable carbon cycle-climate relationship during the late Pleistocene. Science 310 (5752): 1313-1317

Smol J.P (2012) A planet in flux. Nature 483 (7387): S12-S15

Wentz F.J et al. (2007) How much more rain will global warming bring? Science 317 (5835): 233-235

**Obrázok 1.** Produkcia sušiny nadzemnej fyto­masy ( $t \cdot ha^{-1}$ ) a trend počas rokov 1975 - 2010.  
**Figure 1** Above-ground dry matter production ( $t \cdot ha^{-1}$ ) and its trend over the years of 1975 to 2010.



Názov: Ekológia trávneho porastu  
Zborník vedeckých prác

Editor: Ing. Norbert Britaňák, PhD.  
Mgr. Ľubomír Hanzes, PhD.  
RNDr. Štefan Pollák

Recenzenti: Ing. Norbert Britaňák, PhD.  
doc. Ing. Ľuboš Vozár, PhD.

Vydanie: prvé

Vydavateľ: Centrum výskumu rastlinnej výroby Piešťany  
Bratislavská 122, 921 68 Piešťany

Rok vydania: 2013

Počet strán: 218 strán, 10 AH

Tlač: DALI-BB, s.r.o. Krátka 17, 974 05 Banská Bystrica

Formát: A5

Náklad: 50 ks

Nepredajné