

Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum
Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva
Slovenská spoločnosť pre poľnohospodárske, lesnícke, potravinárske a veterinárske vedy
pri SAV
Územné koordináčne centrum Zväzu slovenských vedecko-technických spoločností



**SYNERGIA PRÍRODNÝCH EKOSYSTÉMOV
V KRAJINE**
**SYNERGY OF NATURE ECOSYSTEMS
IN THE LANDSCAPE**

Zborník príspevkov
Book of Proceedings

Medzinárodná vedecká konferencia
International scientific conference

7. December, 2021
Banská Bystrica, Slovenská republika

Názov: Synergia prírodných ekosystémov v krajine

Typ publikácie: Zborník recenzovaných vedeckých prác

Editori: Dugátová Zuzana, Ing.
Jančová Mariana, Ing., PhD.

Recenzenti: Britaňák Norbert, Ing., PhD.
Dugátová Zuzana, Ing.
Hanzes Ľubomír, Mgr., PhD.
Ilavská Iveta, Ing., PhD.
Jendrišáková Stela, Ing. PhD.
Kizeková Miriam, Ing., PhD.
Kováčiková Zuzana, Ing., PhD.
Pollák Štefan, RNDr.
Vargová Vladimíra, Ing., PhD.

Grafická úprava: Pollák Štefan, RNDr.

ISBN 978-80-89800-19-3
EAN 9788089800193

Vydavateľ:

© Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva Banská Bystrica, Slovenská republika, 2021

OBSAH / CONTENTS

Predhovor	5
Príspevky	
Degradačné procesy poľnohospodárskych pôd Slovenska pod trávnymi ekosystémami Degradation processes of agricultural soils in Slovakia under grassland ecosystems <i>J. Kobza, G. Barančíková, R. Dodok, J. Makovníková, B. Pálka, J. Styk, M. Širáň</i>	6
Príspevok nivných pôd k plneniu ekosystémových služieb trávnych ekosystémov Fluvisols contribution to the fulfilment of grassland ecosystem services <i>R. Kanianska, J. Ševčíková, M. Žoncová, N. Benková</i>	12
Zmeny v diverzite trávneho porastu vplyvom rôznej intenzity využívania Changes in grassland diversity due to different intensities of use <i>L. Vozár, M. Lukács, P. Kovár, P. Hric, P. Verešová</i>	17
Analýza vplyvu teploty a zrážok na produkciu a kvalitu d'atelinotravných miešaniek Analysis of effect of temperature and precipitation on dry matter yield and quality of grass-legume mixtures <i>M. Kizeková, Š. Pollák, L. Jančová, M. Jančová, Z. Dugátová, J. Čunderlík</i>	24
Účinok rôznej dávky polysulfidovej síry na vybrané rastovo-produkčné parametre lucerny siatej (<i>Medicago sativa</i> L.) Effect of different doses of polysulphide sulfur on selected growth-production parameters of alfalfa (<i>Medicago sativa</i> L.) <i>P. Kovár, L. Vozár, P. Hric</i>	28
Vplyv klimatickej zmeny a zmeny vo využívaní pôdy na zásobu pôdneho organického uhlíka Impact of climate and land use change on soil organic carbon stock <i>G. Barančíková, J. Halas, Š. Koco, J. Takáč</i>	34
Optimalizácia trávnych porastov minimalizačnými technológiami Optimization of grassland by minimizing technologies <i>Z. Kováčiková, V. Vargová</i>	42
Hodnotenie kvality krmiva z biotopu - Psiarkové aluviálne lúky Evaluation of alluvial meadows feed quality from biotop <i>Alopecurion pratensis</i> <i>S. Jendrišáková</i>	49
Produkčný potenciál hnojenej nivnej lúky Production potential of fertilized alluvium meadow <i>V. Vargová, Z. Kováčiková</i>	54
Produkčný potenciál slovenských novovyšľachtených odrôd <i>Lolium perenne</i> L. a <i>Festulolium</i> A. et Gr. v prvom úžitkovom roku Production potential Slovak newly bred varieties of <i>Lolium perenne</i> L. and <i>Festulolium</i> A. et Gr. in first production year <i>P. Hric, L. Vozár, P. Kovár</i>	60
Koeficient štruktúrnosti ako indikátor dopadov rôznych systémov obrábania pôdy Structural coefficient as an indicator of the impacts of different tillage systems <i>R. Bušo, R. Hašana</i>	65

Dynamika zmien botanického zloženia siatych trávnych porastov Dynamics of changes in botanical composition of leys <i>I. Ilavská, N. Britaňák, L. Hanzes</i>	70
Monitoring trávneho porastu v Ľubochňianskej doline Monitoring of grassland in the Ľubochňianska valley <i>V. Vargová, Z. Kováčiková, J. Martincová, Š. Pollák, J. Čunderlík, L. Hanzes, N. Britaňák, L. Jančová</i>	76
Vplyv hnojenia na produkciu nadzemnej a podzemnej biomasy opusteného trávneho porastu Effects of mineral fertilization on above- and belowground dry matter production of an abandoned grassland <i>N. Britaňák, L. Hanzes, I. Ilavská</i>	82
Možnosti uplatnenia ovocných drevín v agrolesníckych systémoch na Slovensku Possibilities of application of fruit trees in Slovakia within agroforestry <i>E. Pekárová, P. Bezák</i>	86
Obnova trávnych porastov a jej dopad na štrukturálne zmeny fytocenóz Grassland restoration and its impact on structural changes in phytocoenoses <i>L. Hanzes, N. Britaňák, I. Ilavská</i>	92
Modelovanie regulačných ekosystémových služieb poľnohospodársky využívaných trvalých trávnych porastov Modelling of regulating ecosystem services of agricultural permanent grasslands <i>J. Makovníková, M. Kizeková, B. Pálka, M. Širáň, R. Kanianska</i>	98
Vývoj emisií na trávnych porastoch Development of emissions on grasslands <i>Š. Pollák, N. Britaňák, M. Jančová, Z. Dugátová</i>	106
Kompakcia pôd regiónov Banská Bystrica a Krompachy Soil compaction in Banská Bystrica and Krompachy region <i>M.Širáň, B. Pálka, J. Makovníková</i>	114
Optimalizácia kvality trávnych porastov Optimization of grassland quality <i>Z. Dugátová, M. Jančová, Š. Pollák, M. Kizeková</i>	121
Monitoring a ekologická obnova horských lúk Monitoring and ecological restoration of mountain meadows <i>J. Martincová, V. Vargová, J. Čunderlík, Z. Kováčiková, Š. Pollák, L. Hanzes, N. Britaňák, L. Jančová</i>	127
Vplyv druhotného organického hnojiva na primárnu produkciu trávneho porastu Influence of secondary organic fertilizer on primary grassland production <i>J. Čunderlík, A. Rogožníková</i>	134
Vývoj využívania priemyselných hnojív v slovenskom poľnohospodárskom priestore v rokoch 1990 – 2019 Development of use of mineral fertilizers in Slovak agriculture during 1990-2019 <i>R. Hašana, R. Bušo</i>	139

Predhovor

Trávne porasty patria k najrozšírenejším ekosystémom na svete a v krajine sú významným ekostabilizačným prvkom. V súčasnom období klimatickej zmeny sprevádzanej nepriaznivými prírodnými javmi, je nevyhnutné prinášať inovatívne riešenia pre udržateľný manažment prírodných ekosystémov a krajiny.

Cieľom konferencie bolo poskytnúť príležitosť pre vedcov a odborníkov z rôznych odborov podeliť sa o výsledky výskumu v oblasti obhospodarovania trávnych porastov, hodnotenia ekosystémových služieb pôdy a agroekosystémov, agrolesníckych systémov a využívania krajiny. Ďalším cieľom konferencie je posilniť medzinárodnú spoluprácu a nadviazať nové vzťahy a siete medzi skúsenými vedeckými odborníkmi.

Grasslands are among the most widespread ecosystems in the world, and they are significant landscape elements. In the current period of climate change accompanied by adverse natural phenomena, it is essential to bring innovative solutions for the sustainable management of natural ecosystems and landscape.

The aim of the conference was to provide an opportunity for scientists and experts from various disciplines to share the results of research in the fields of grassland management, evaluation of ecosystem services of soil and agro-ecosystems, agroforestry systems and land use, as well. Another goal of the conference is to strengthen international cooperation and establish new relationships and networks between scientists.

Ing. Miriam Kizeková, PhD.
riadiateľka NPPC-VÚTPHP

Degradačné procesy poľnohospodárskych pôd Slovenska pod trávnyimi ekosystémami

Degradation processes of agricultural soils in Slovakia under grassland ecosystems

Jozef Kobza, Gabriela Barančíková, Rastislav Dodok, Jarmila Makovníková, Boris Pálka, Ján Styk, Miloš Širáň

NPPC - Výskumný ústav pôdoznanectva a ochrany pôdy, Bratislava, Slovenská republika,
E-mail: jozef.kobza@nppc.sk

ABSTRACT

The basic soil indicators (pH, exchangeable Al, electrical conductivity (ECe), exchangeable sodium percentage (ESP), total content of salts, C_{ox}, C_{HA}/C_{FA}, N_t, bulk density, porosity, as well as basic risk trace elements according to Act 220/2004 Z.z. have been measured and evaluated. The uniform chemical and physical procedures were used according to Kolektív (2011). Based on obtained results degradation phenomenas are not such visible like on arable land. Grassland ecosystems are useful for decreasing of erosion intensity and supply of soil organic matter but the worse quality was identified (C_{HA}/C_{FA} < 1). Average content of available macronutrients is from low (P) to sufficient (K) and to high content of Mg. Content of micronutrients (Cu, Zn, Mn) is medium to high. Hygienic state of grassland ecosystems is sufficient except the industrial areas and the areas influenced by geochemical anomalies (mostly some mountainous regions mostly on volcanic and crystalline rocks). Recently, a decline in salinization and sodification processes has been observed in some localities of south-west and south-east of Slovakia.

KEYWORDS: grassland ecosystems, soil monitoring, soil degradation processes

ÚVOD

V tomto príspevku sa venujeme fenoménom degradačných procesov pôd pod trávnyimi ekosystémami, najmä po roku 1993 na základe dosiahnutých výsledkov monitoringu pôd Slovenska. Ide už prakticky o obdobie takmer 3 dekád, za ktoré možno pozorovať už určité zmeny vo využívaní pôdneho fondu. Všeobecne sa znížili úrody poľnohospodárskych plodín (v porovnaní s obdobím pred rokom 1993) pri obmedzení nákladov vstupov do pôdy, narušili sa pôvodné oševné postupy, zvyšuje sa plocha pestovaných plodín v monokultúre, pribúda spustených pôd (do 400 tis.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 pôda sa neustále zaberá (v súčasnosti priemerne u nás do 10 ha denne, v EU 240 - 250 ha denne). Zníženie výmery trvalých trávnych porastov v členských krajinách EÚ je povolené max. 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 %). Výmera trvalých trávnych porastov na Slovensku je evidovaná k 1.1. 2021 850 027 ha, čo predstavuje 35,8 % z výmery poľnohospodárskej pôdy na Slovensku (UGKK, SR, 2021). Významným faktorom v súčasnosti je tiež globálna klimatická zmena, ktorá sa prejavuje v nevyváženom režime sucha a vlhka. 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 najnovších výsledkov permanentného systému monitorovania pôd na Slovensku, ktorý zahŕňa 318 monitorovacích lokalít na poľnohospodárskych pôdach (Kobza a kol., 2019b). Boli sledované a hodnotené základné indikátory vlastností pôd, ktoré sa vzťahujú ku konkrétnym ohrozeniam pôdy:

Monitorované indikátory podľa degradačných procesov pôd:

Erózia pôdy: ^{137}Cs , pH/KCl, POC, P, K, zrnitosť (FAO);

Kompakcia pôdy: objemová hmotnosť, pórovitosť, maximálna kapilárna kapacita, zrnitosť (FAO);

Kvantitatívne a kvalitatívne zloženie pôdnej organickej hmoty: POC, Nt, HK, FK, Q^4_6 ;

Kontaminácia pôd: Cd, Cr, Pb, Ni, Zn, Cu, Se, Co (rozklad lúčavkou kráľovskou), Hg (celkový obsah – analyzátor AMA);

Makroživiny (P,K,Mg) (Mehlich III.) a mikroživiny (Cu, Zn, Mn) (DTPA);

Acidifikácia pôd: pH/ H_2O , pH/KCl, pH/ CaCl_2 , KVK (kationová výmenná kapacita), výmenné kationy (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+), aktívny Al (len ak pH/KCl < 6,0);

Salinizácia a sodifikácia pôd: elektrická vodivosť (ECe), obsah výmenného Na v sorpčnom komplexe pôdy (ESP) sodíkový adsorpčný pomer (SAR), pH/ H_2O , výmenné kationy a anióny (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+ , Cl^- , SO_4^{2-} , CO_3^{2-} , HCO_3^-).

Analýzy boli vykonané na pracovisku laboratórnych činností pri NPPC - VÚPOP v Bratislave podľa jednotných pracovných postupov rozborov pôd (Kolektív, 2011).

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Acidifikácia 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 prevažne trvalé trávne porasty), najmenej náchylné sú karbonátové pôdy (rendziny, černozy a čiernice karbonátové) kvôli dobrej pufrácej schopnosti voči kyslým záťažiam (napr. kyslé dažde). Na základe našich doterajších zistení celkovo došlo k zníženiu priemernej hodnoty aktívnej pôdnej reakcie (v porovnaní s rokom 1993) vo všetkých kyslých pôdach. Tieto výsledky upozorňujú na znepokojivý acidifikačný trend, ktorý má v prípade slabo kyslých a kyslých pôd stúpajúcu tendenciu.

Salinizácia a sodifikácia pôd

Salinizácia je proces akumulácie neutrálnych sodných solí v pôde, predovšetkým chloridu sodného (NaCl) a síranu dvojsodného (Na_2SO_4). 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 dvojsodného (Na_2CO_3), hydrouhličitanu sodného (NaHCO_3) a kremičitanu dvojsodného (Na_2SiO_3). Indikátorom procesu sodifikácie je jednak obsah výmenného sodíka v sorpčnom komplexe (ESP) a jednak pôdna reakcia (pH) (Sotáková, 1988, Valla a kol., 1983).

Uvedené procesy sledujeme len v oblastiach, kde sú tieto procesy významné, a to na vybraných 8 lokalitách (prevažne v oblastiach juhozápadného a juhovýchodného Slovenska). Vo vývoji za predchádzajúce monitorovacie obdobia sledujeme pokles procesov salinizácie na lokalitách Iža, Zemné, Gabčíkovo a Komárno-Hadovce, pričom pôdy lokalít Iža a Zemné prešli vývojom od slabej salinizácie k pôdam bez prejavov salinizácie.

V procesoch sodifikácie zaznamenávame pokles hodnôt sledovaných parametrov na lokalitách Malé Raškovce a Horné Opatovce (sekundárna sodifikácia). 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.

Kontaminácia pôd

V rámci hodnotenia hygienického stavu pôd je potrebné zdôrazniť, že od 4. monitorovacieho cyklu došlo k zmene legislatívy (zavedenie výluhu lúčavky kráľovskej), preto nie je možné uskutočniť porovnanie nameraných údajov s predchádzajúcimi monitorovacími cyklami. Bolo však zistené, že pôdy, ktoré boli kontaminované v minulosti, sú kontaminované aj v súčasnosti. Na základe doterajších pozorovaní bol zistený na kontaminovaných lokalitách pozitívny trend vo vývoji celkového obsahu As a Cd a negatívny trend v prípade celkového obsahu Co, Cu, Ni a Zn. Môže ísť o antropogénne alebo geogénne zdroje, príp. i. 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 morfologických vlastnostiach pôd. Tieto uvádzame na 2 príkladoch, kde sú prevažne viditeľné na povrchu pôdy najmä v prípade antropogénneho vplyvu (obr.1), alebo môžu byť prekryté novším pôdno – sedimentárnym materiálom (obr.2).



Obrázok 1 Vrchná časť pôdneho profilu (Kambizem modálna, varieta kontaminovaná) ovplyvnená Mg – úletmi (v areáli magnezitových závodov Hačava)

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



Obrázok 2 Výskyt popolčekovej vrstvy v pôdnom profile po pretrhnutí hrádze v r. 1965

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

Na obr. 1 je vrchná časť pôdneho profilu kambizeme (v areáli magnezitových závodov Hačava) ovplyvnená Mg – náletmi a postupne narušenou Mg-krustou vo vrchnej časti pôdneho profilu, čo svedčí o pozvoľnom zlepšovaní hygienického stavu pôd po konverzii magnezitových závodov (Kobza a kol., 2010). Na obr. 2 vidieť výskyt sivej popolčekovej vrstvy v hĺbke 40 cm profilu fluvizeme po pretrhnutí hrádze vplyvom zrážkovej prietrže pod Zemianskymi Kostolánmi v roku 1965 s vysokým obsahom As (nad 900 mg.kg⁻¹)! V oboch prípadoch ide o dlhodobu vizuálne fenomény kontaminácie pôd.

V prevažnej väčšine pôd však fenomény kontaminácie nie sú viditeľné voľným okom, ale je potrebné ich zistiť laboratórne. Z viacerých možných príkladov je možné uviesť región Krompachy – Rudňany, ktorý patrí k najviac hygienicky zaťaženým regiónom Slovenska. Ide tu jednak o antropogénny vplyv (hlavne z priemyselnej činnosti, navyše ide o región

s výrazným zastúpením extenzívnych trvalých trávnych porastov, kde vplyv z poľnohospodárstva je prakticky minimálny), ako aj vplyv geogénny (výskyt geochemických anomálií), čoho výsledkom je vysoký obsah viacerých rizikových prvkov, ktoré bolo možné zistiť len analyticky. Zo sledovaných prvkov bolo zistených osem nadlimitných (Hg, As, Cu, Co, Zn, Ni, Pb a Cd), z nich najväčšie plochy zaberajú ortuť, arzén a meď, a to v prevažnej časti katastrálnych území (Kaľava, Kolinovce, Krompachy, Markušovce, Nižné Slovinky, Poráč, Richnava, Rudňany a Vyšné Slovinky) (Kobza a kol., 2019a).

Treba však povedať, že prevažná väčšina našich pôd, vrátane pôd pod trávnyimi porastami, je hygienicky nezávadná (sledované rizikové prvky sú podlimitné) s výnimkou pôd v blízkosti priemyselných centier, ako aj niektorých oblastí s výskytom geochemických anomálií (prevažne horské oblasti – napr. Slovenské rudohorie, Nízke Tatry, Štiavnické vrchy a pod.). Pôdy, pokiaľ boli kontaminované už v minulosti, tento nepriaznivý stav si pomerne dobre a dlho udržiavajú, a preto ich treba pravidelne monitorovať.

Pôdna organická hmota (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. V tomto prípade zisťujeme nárast pôdnej organickej hmoty. Na základe dosiahnutých výsledkov možno konštatovať, že najvyšším obsahom pôdneho organického uhlíka disponujú podzoly, rankre a litozeme (viac ako 10 %), ktoré sa nachádzajú pod trvalými trávnyimi porastami (Kobza a kol., 2019b). Pri porovnaní obsahu pôdneho organického uhlíka (POC) na orných pôdach a pod trvalými trávnyimi porastami rovnakého pôdneho typu, je zreteľná vyššia zásoba POC v porovnaní s ornými pôdami. Zmeny v hodnotách celkového obsahu dusíka (Nt) sú zatiaľ minimálne. Kvalitatívne parametre pôdneho humusu (C_{HK}/C_{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).

Obsah prístupných makroživín (P,K,Mg) a mikroživín (Cu, Zn, Mn)

V našich podmienkach sú prirodzené zásoby fosforu nízke. Priemerný obsah prístupného fosforu (stanovený podľa Mehlicha III.) v pôdach pod trvalými trávnyimi porastami je nízky (33 mg.kg^{-1}) (Kobza a kol., 2019b). Priemerný obsah prístupného draslíka (stanovený podľa Mehlicha III.) v pôdach pod trvalými trávnyimi porastami je $178,4 \text{ mg.kg}^{-1}$, čo je obsah vyhovujúci pre prevládajúce zrnitostne stredne ťažké pôdy (Kobza a Gáborík, 2008). Vyplyva to aj z lepšej prirodzenej zásobenosti našich pôd draslíkom v porovnaní s fosforom. Priemerný obsah prístupného horčíka (stanovený podľa Mehlicha III.) v pôdach pod trvalými trávnyimi porastami je $378,2 \text{ mg.kg}^{-1}$ (Kobza a kol., 2019b), čo je obsah už veľmi vysoký pre prevládajúce zrnitostne stredne ťažké pôdy (Kobza a Gáborík, 2008) a čo zároveň dokumentuje vysokú prirodzenú zásobenosť našich pôd horčíkom, pretože horčíkom sa na poľnohospodárskych pôdach ani v minulosti ani v súčasnosti nehnojilo. Nízky obsah horčíka bol logicky zistený len pri veľmi kyslých pôdach (podzoly) - priemerne $73,64 \text{ mg.kg}^{-1}$ (Kobza a kol., 2019b).

Z mikroživín sledujeme Cu, Zn a Mn. Priemerný obsah medi (stanovený vo výluhu DTPA) v pôdach pod trvalými trávnyimi porastami je $2,11 \text{ mg.kg}^{-1}$ (Kobza a kol., 2019b), čo je obsah stredný (Kobza a Gáborík 2008). Priemerný obsah zinku (stanovený vo výluhu DTPA) v pôdach pod trvalými porastami je $3,37 \text{ mg.kg}^{-1}$ (Kobza a kol., 2019b), čo je obsah vysoký (Kobza a Gáborík, 2008). Priemerný obsah mangánu (stanovený vo výluhu DTPA) v pôdach pod trvalými trávnyimi porastami je $49,34 \text{ mg.kg}^{-1}$ (Kobza a kol., 2019b), čo je obsah stredný (Kobza a Gáborík, 2008).

Na základe zisteného stavu sledovaných makro – a mikroživín možno konštatovať, že priemerný obsah prístupného fosforu v pôdach pod trvalými trávnyimi porastami je deficitný, obsah prístupného draslíka je vyhovujúci a obsah prístupného horčíka je vysoký až veľmi vysoký. Obsah mikroživín (Cu, Zn, Mn) v pôdach pod trvalými trávnyimi porastami sa pohybuje v rozpätí strednej až vysokej zásobenosti.

Fyzikálna degradácia pôd - kompakcia a erózia pôd

Čo sa týka fyzikálneho stavu pôd pri väčšine pôdných typov bol pozorovaný prevažne negatívny trend vývoja objemovej hmotnosti, ako základného indikátora kompaktácie pôd. Z hľadiska pôvodu môže byť kompakcia 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 kompaktácie, 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%). Kompakcia 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 oproti napr. orným pôdam. Môžu sa však prejavovať na pôdach pod trávnyimi porastami, ktoré majú narušenú vrchnú časť pôdneho profilu, ako aj rastlinného pokryvu vplyvom mechanizmov, intenzívneho spásania a pod.

V súvislosti s eróziou pôd, práve trávny porast má výrazný vplyv na zníženie odnosu zeminy najmä na svahovitejších pozemkoch a je súčasťou vhodných protieróznych opatrení, či už ako zatrávnenie alebo používanie pásového zatrávnenia na ornej pôde. S cieľom uľahčiť užívateľom poľnohospodárskej pôdy rozhodovanie pri výbere vhodných protieróznych opatrení a postupov bol na stránku www.podnemapy.sk umiestnený erózný predikčný model.

ZÁVER

V pôdach pod trávnyimi ekosystémami, oproti orným pôdam, nedošlo po roku 1993 k výraznejším zmenám pôdných vlastností. 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 vyhovujúci, len obsah prístupného horčíka je vysoký, čo dokumentuje prirodzene dobrú zásobenosť týmto prvkom, pretože ani v minulosti ani v súčasnosti sa tieto pôdy nehnojili horčíkom. Na pôdach pod trávnyimi ekosystémami však zisťujeme určitý mierny nárast pôdneho humusu, najmä v humídnejších oblastiach (lepšie prekorenenie oproti orným pôdam), avšak s horšou kvalitou. V prípade, že niektoré lokality pod trávnyimi ekosystémami boli v minulosti kontaminované, ich nepriaznivý stav pretrváva aj v súčasnosti. Tu totiž nedochádzalo k postupnému zriedovaniu koncentrácie kontaminantov vplyvom permanentnej kultivácie ako napr. na orných pôdach. Trávne porasty do značnej miery eliminujú vplyv erózie pôd, avšak pri narušení ich porastu ťažkými mechanizmami a častým spásaním môže aj tu dochádzať k zvýšenému odnosu zeminy najmä vodnou eróziou.

POĎAKOVANIE

Táto publikácia vznikla vďaka podpore rezortného projektu č. 471/2014 – 310/MPRV SR (Monitoring pôd SR), ako aj vďaka podpore v rámci Operačného programu Integrovaná infraštruktúra pre projekt: Údajová a vedomostná podpora pre systémy rozhodovania a strategického plánovania v oblasti adaptácie poľnohospodárskej krajiny na klimatické zmeny a minimalizáciu degradácie poľnohospodárskych pôd č. 313011W580 (URANOS) spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

LITERATÚRA

- KOBZA, J., GÁBORÍK, Š. 2008. Súčasný stav a vývoj obsahu makro- a mikroelementov v poľnohospodárskych pôdach Slovenska. VÚPOP Bratislava. 57 s. ISBN 978-80-89128-47-1.
- KOBZA, J. BARANČÍKOVÁ, G., HRIVŇÁKOVÁ, K., MAKOVNÍKOVÁ, J., NOVÁKOVÁ, K., PÁLKA, B., SCHLOSSEROVÁ, J., STYK, J., ŠIRÁŇ, M. 2010. Komplexné zhodnotenie aktuálneho stavu senzitívnych území vplyvu magnezitových závodov (Jelšava-Lubeník a Hačava) s dopadom na riešenie pôdoochranných opatrení. VUPOP Bratislava, 2010, 92 s. ISBN 978-80-89128-77-8.
- KOBZA, J. BARANČÍKOVÁ, G., MAKOVNÍKOVÁ, J., PÁLKA, B., STYK, J., ŠIRÁŇ, M. 2019a. Komplexné zhodnotenie aktuálneho stavu senzitívneho územia Krompachy – Rudňany a okolie s dopadom na riešenie pôdoochranných opatrení. VUPOP Bratislava, 75 s. ISBN 978-80-8163-028-6.
- KOBZA, J., BARANČÍKOVÁ, G., DODOK, R., MAKOVNÍKOVÁ, J., PÁLKA, B., STYK, J., ŠIRÁŇ, M. 2019b. Monitoring pôd SR. Súčasný stav a vývoj monitorovaných vlastností pôd ako podklad k ich ochrane a ďalšiemu využívaniu (2013-2017). VÚPOP Bratislava, 252 s. ISBN 978-80-8163-033-0.
- 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. 1 pod čiastkou 96 zo dňa 28.04. 2004. Kategórie a limitné hodnoty a Vyhláška č. 59/2013 s doplnením uvedeného zákona.
- SOTÁKOVÁ, S. 1988. Návod na cvičenia z geológie a pôdoznanectva. Bratislava : Príroda.
- UGKK SR 2021. Štatistická ročenka o pôdnom fonde v SR k 1.1.2021.
- VALLA M., KOZÁK, J., DRBAL, J. 1983. Cvičení z půdoznalství II. Praha: SPN.

Príspevok nívnych pôd k plneniu ekosystémových služieb trávnych ekosystémov

Fluvisols contribution to the fulfilment of grassland ecosystem services

Radoslava Kanianska¹, Janka Ševčíková¹, Michaela Žoncová¹, Nikola Benková¹

¹Univerzita Mateja Bela v Banskej Bystrici, Fakulta prírodných vied, Tajovského 40, 974 01 Banská Bystrica, Slovenská republika, E-mail: radoslava.kanianska@umb.sk

ABSTRACT

Filtrating ecosystem services of grasslands were observed at floodplains of the Štiavnica river, in the part of Štiavnické vrchy Mountains. We measured the total content of selected heavy metals (Cd, Cu, Pb, Zn) and their mobile fractions in fluvisols at 3 localities. We found out the exceedance of the limit values of the total heavy metals content and their mobile fractions in the soils. Thus we confirmed fluvisols contamination. The measured values of the heavy metals content in the roots and leaves of grasses as well as calculated factors showed that grasses belong to excluders. They accumulate contaminants in root systems. This ecosystem service can be applied in the process of phytoremediation of contaminate areas.

KEYWORDS: regulating ecosystem service, fluvisol, contamination, heavy metal

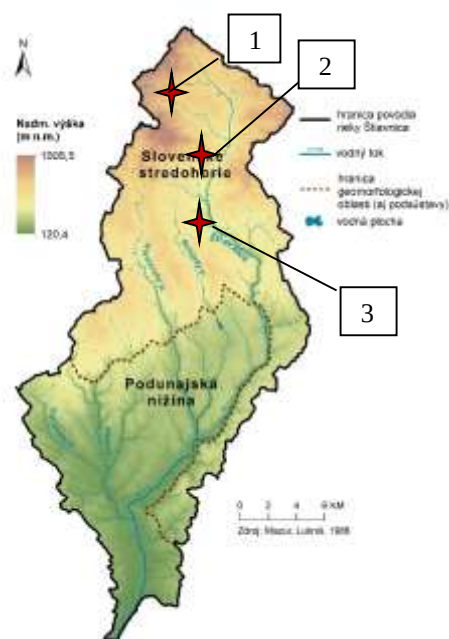
ÚVOD

V súčasnosti sú agroekosystémy najrozšírenejšie terestriálne ekosystémy na svete, pričom trávne porasty pokrývajú viac ako tretinu svetovej súše (FAO, 2009). Patria k najstabilnejším terestrickým ekosystémom na svete. Vyznačujú sa vysokou diverzitou v zmysle ich využívania, poskytovaných úrod a biodiverzity. Špecifické sú trávne porasty nívnych oblastí. Sezónna dynamika prírodných procesov súvisiacich s vodou dáva týmto porastom osobitné postavenie, ktoré má význam nie len z hľadiska druhej biodiverzity ale aj pri plnení ďalších ekosystémových služieb. V rámci Miléniového hodnotenia ekosystémov boli ekosystémové služby definované ako úžitky poskytované ľudskej spoločnosti prírodnými ekosystémami, širšie chápané ako ekosystémové procesy, ktorými je udržiavaný ľudský život (MEA, 2005). Podľa tohto hodnotenia, ako aj Costanza et al. (1997), sa rozlišujú 4 hlavné kategórie ekosystémových služieb: zásobovacie, regulačné, kultúrne a podporné. Trávne porasty nívnych oblastí prispievajú ku všetkým 4 kategóriám týchto služieb, k čomu významne prispievajú aj nívne pôdy s dominantným zastúpením fluvizemí. Z celosvetového hľadiska fluvizeme pokrývajú zhruba 350 miliónov hektárov zemského povrchu a vyskytujú sa vzhľadom na ich azonálnosť vo všetkých klimatických pásmach okrem permafrostu (FAO, 2015). Avšak 70-90% európskych nívnych oblastí vrátane fluvizemí je ekologicky degradovaných následkom ľudskej prevažne ekonomickej činnosti (EEA, 2019). Preto je potrebné študovať služby trávnych ekosystémov vyvinutých na fluvizemiach aj z pohľadu antropogénnych tlakov a kvantifikovať ich vo vzťahu k zmierňovaniu kontaminácie zatrávených území.

V príspevku sme sa zamerali na hodnotenie regulačných služieb trávnych ekosystémov, súvisiacimi s filtrovaním znečisťujúcich látok v nívnom území zatrávenom banskou činnosťou. Zhodnotili sme kontamináciu pôdy a trávneho porastu aj pomocou environmentálnych faktorov.

MATERIÁL A METÓDY

Filtračné ekosystémové služby trávnych porastov sme hodnotili na 3 lokalitách s pôdnym typom fluvizem, vymedzených na nive rieky Štiavnica, v časti situovanej v Štiavnických vrchoch (obrázok 1, tabuľka 1).



Tabuľka 1 Charakteristika lokalít
Table 1 Characteristics of localities

Lokalita ¹	Nadmorská výška ² (m n. m.)	Dominantný rastlinný druh ³
1	648	<i>Dactylis glomerata</i>
2	351	<i>Trisetum flavescens</i>
3	284	<i>Bromus mollis</i>

¹Locality, ²Altitude, ³Dominant plant species

Obrázok 1 Mapa povodia rieky Štiavnica s lokalitami
Figure 1 Map of the Štiavnica watercourse with localities

Odobrali sme pôdne vzorky z hĺbky 0-10 cm a zároveň aj vzorky podzemnej a nadzemnej biomasy dominantných druhov tráv. Po úprave pôdnych a rastlinných vzoriek bol metódou hmotnostnej spektrometrie s indukčne viazanou plazmou stanovený celkový obsah 4 ťažkých kovov (ŤK) (Cd, Cu, Pb, Zn) v pôde, podzemnej a nadzemnej biomase. V pôdnych vzorkách bol stanovený aj obsah 4 ŤK v mobilnej frakcii pomocou extrakčného roztoku 0,11 M kyseliny octovej.

Z nameraných údajov sme následne vypočítali biokoncentračný factor (BCF) ako pomer obsahu ŤK v listoch tráv k obsahu ŤK v pôde. Na základe biokoncentračného faktora, Baker (1981) rozlišuje rôzne stratégie rastlín vo vzťahu k znečisteniu:

- ak je $BCF < 1$, ide o exklúдеры, ktoré imobilizujú ŤK v koreňoch,
- ak je $BCF = 1$, ide o indikátory, čiže rastliny, v ktorých obsah kovov odráža obsah v okolí prostredí.
- ak je $BCF > 1$, ide o akumulátory a hyperakumulátory, ktoré koncentrujú ŤK v nadzemných častiach.

Translokačný faktor (TF) sme vypočítali ako pomer obsahu ŤK v listoch tráv k obsahu ŤK v koreňoch tráv.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Obsahy ťažkých kovov v pôde, podzemnej a nadzemnej biomase tráv sú uvedené v tabuľke 2. Z nameraných údajov je zrejmé, že ide o fluvizeme kontaminované ťažkými kovmi, ktorých zdrojom je bývalá banská činnosť, realizovaná v tomto regióne. Limitné hodnoty pre celkový obsah rizikových látok v poľnohospodárskej pôde podľa vyhlášky MPRV SR č. 59/2013 Z.z. boli prekročené na všetkých troch lokalitách a u všetkých 4 prvkov s výnimkou celkového obsahu Cu na lokalite č. 3. Rovnako tomu bolo aj v prípade mobilnej frakcie. V prípade mobilnej frakcie je potrebné zohľadniť použitie typu extrakčného činidla (0,11 M kyseliny octovej) ako je uvádzaný vo vyhláške (1M dusičnan amónny). Napriek tomu namerané hodnoty

indikujú nielen kontamináciu fluvizemí sledovanými ťažkými kovmi, ale aj prítomnosť mobilných foriem s možnosťou ľahkého prieniku do rastlín.

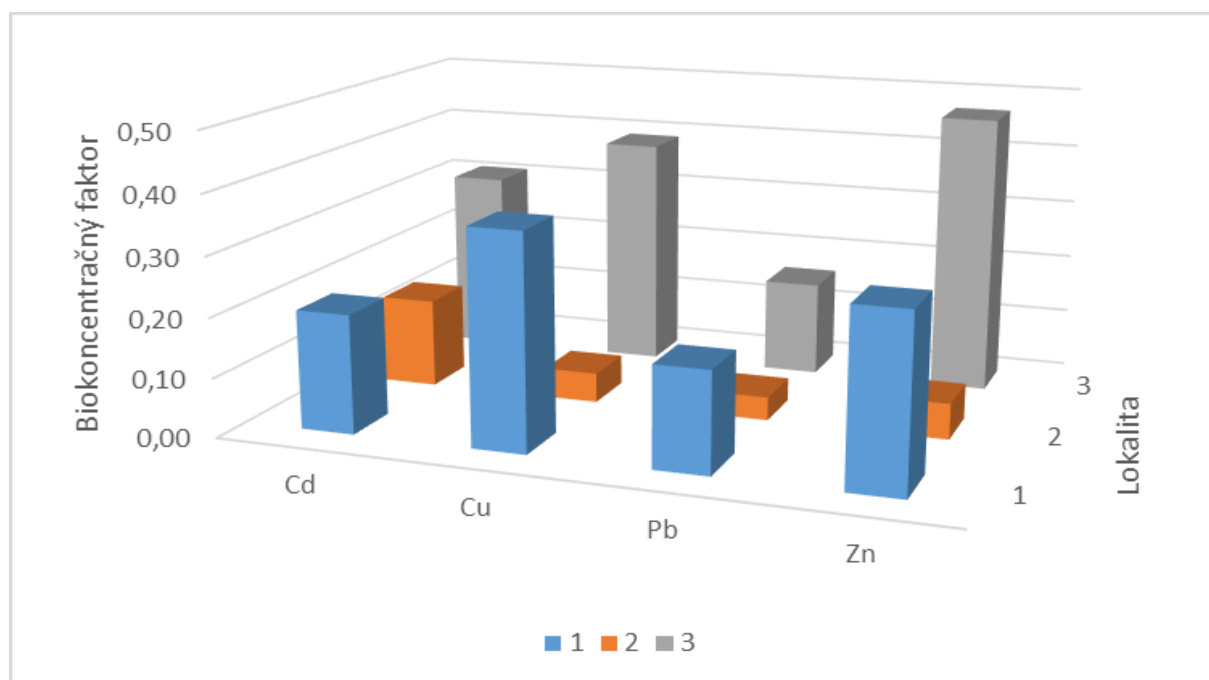
Tabuľka 2 Obsah ťažkých kovov v pôde, nadzemnej a podzemnej biomase rastlín (mg.kg⁻¹)

Table 2 Content of heavy metals in soil, aboveground and belowground plant biomass (mg.kg⁻¹)

Charakteristika ¹	Lokalita ²	Cd	Cu	Pb	Zn
Celkový obsah v pôde ³	1	23,95	143,71	890,22	2155,69
	2	11,97	227,36	1108,90	3103,31
	3	3,94	35,43	153,54	307,09
Limitná hodnota ⁴		1,00	70,00	115,00	200,00
Mobilná frakcia v pôde ⁵	1	4,71	3,57	0,92	483,58
	2	2,89	10,13	12,69	382,89
	3	0,36	0,44	1,03	30,14
Limitná hodnota vo výluhu 1M NH ₄ NO ₃ ⁶		0,1	1,0	0,1	2,0
Celkový obsah v listoch ⁷	1	0,08	2,03	0,26	49,56
	2	0,44	3,42	0,26	49,13
	3	0,05	3,01	0,70	41,92
Limitná hodnota pre krmoviny ⁸		1,0	-	10,0	-
Celkový obsah v koreňoch ⁹	1	4,84	51,88	150,33	625,40
	2	1,76	12,39	43,09	200,72
	3	1,22	13,90	23,84	143,94

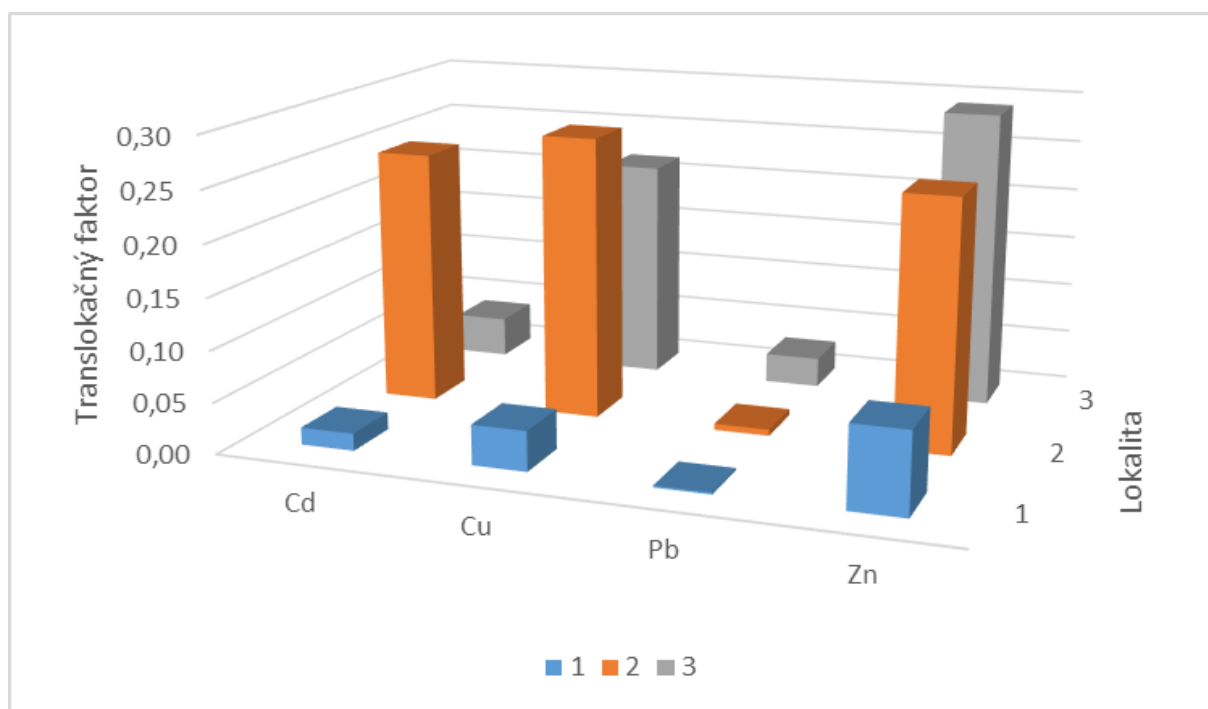
¹Characteristic, ²Locality, ³Total content in soil, ⁴Limit value, ⁵Mobile fraction in soil, ⁶Limit value in extract with 1M NH₄NO₃, ⁷Total content in leaves, ⁸Limit value for fodder crops, ⁹Total content in roots

Prepočítané hodnoty biokoncentračného a translokačného faktora boli na všetkých lokalitách a u všetkých sledovaných ŤK nižšie ako 1 (obr. 2, 3).



Obrázok 2 Biokoncentračný faktor pre vybrané ťažké kovy

Figure 2 Bioconcentration factor for selected heavy metals



Obrázok 3 Translokačný faktor pre vybrané ťažké kovy

Figure 3 Translocation factor for selected heavy metals

Z toho vyplýva, že trávy patria medzi exklúдеры, ako to potvrdzujú viacerí autori (Tomaškin a Tomaškinová, 2019; Lucassen et al., 2010). Ich koreňový systém prednostne akumuluje sledované ťažké kovy a tým zohráva dominantnú úlohu filtračnej ekosystémovej služby trávnych porastov v kontaminovaných územiach. Koreňový systém tráv funguje ako filter, zadržiavajúci kontaminanty, čím bráni ich prestupu do nadzemnej časti a následne aj do potravinového reťazca. Tento mechanizmus takto umožňuje na kontaminovaných územiach využiť trávne porasty v procesoch fytoremediácie (Madanan et al., 2021), ale rovnako je možné, po prieskume územia, využívanie nadzemnej fyto-masy na kŕmne účely.

ZÁVER

Celkové obsahy ťažkých kovov ako aj ich mobilné frakcie potvrdili kontamináciu sledovaných lokalít vybranými ťažkými kovmi. Z prepočítaných faktorov sme zistili, že trávy akumuluju sledované ťažké kovy v koreňoch, čím významne prispievajú k plneniu filtračných ekosystémových služieb. Táto služba môže byť využitá aj v procesoch fytoremediácie kontaminovaných pôd.

POĎAKOVANIE

Táto práca bola podporovaná Vedeckou grantovou agentúrou MŠVVaŠ SR a SAV z projektu VEGA 1/0184/21.

LITERATÚRA

- BAKER, A. J. M. 1981. Accumulators and excluders – strategies in the response of plant to heavy metals. *Journal of Plant Nutrition*, 1- 4, 643 – 654.
- COSTANZA, R., D'ARGE, R., DE GROOT, R.S., FARBER, S., GRASSO, M., et al. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 387, 253 – 260.
- EEA, 2019. Floodplains: a natural system to preserve and restore. EEA report, no. 24/2019. ISSN 1977-8449.
- FAO, 2009. *FAO Statistical database*. Italy.
- FAO, 2015. *Status of the world's soil resources – main report*. Rome: FAO. ISBN 978-92-5-109004-6,

75 p.

- LUCASSEN, E.C.H.E.T., VAN KEMPEN, M.M.L., ROELOFS, J.G.M., VAN DER VELDE, G. 2010. Decline in metallophytes in tertiary polluted floodplain grasslands in the Netherlands: experimental evidence for metal and nutritional changes in soil as driver factors. *Chemistry and Ecology*, 26/4, 273 – 287. DOI : 10.1080/02757540.2010.495063.
- MADANAN, M.T., VARGHESE, G.K., SHAH, I.K. 2021. Heavy metal phytoremediation potential of the roadside forage *Chloris barbata* Sw. (swollen windmill grass) and the risk assessment of the forage-cattle-human food system. *Environmental Science and Pollution Research*, 2021. DOI: 10.1007/s11356-021-13840-7.
- MILENIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. 2005. *Ecosystem and Human Well-being. Synthesis*. Washington DC.: Island Press, 155 p.
- TOMAŠKIN, J., TOMAŠKINOVÁ, J. 2019. The concentration of potentially toxic elements in grassland ecosystems of central Slovakia. In *Influence of abiotic and biotic stresses on properties of plants 2019* : proceedings of scientific articles, Praha : ČZU v Praze, ÚEL SAV, SSPLPVV SAV, 164 – 167.

Zmeny v diverzite trávneho porastu vplyvom rôznej intenzity využívania

Changes in grassland diversity due to different intensities of use

Ľuboš Vozár¹, Miriama Lukács¹, Peter Kovár¹, Peter Hric¹, Petra Verešová¹

¹Slovenská poľnohospodárska univerzita, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovenská republika, E-mail: lubos.vozar@uniag.sk

ABSTRACT

In the locality of Žirany, the influence of different mowing intensity on the diversity of the grass community was investigated. Based on the measured and calculated values, changes in the floristic composition and diversity of grasslands were assessed. After 4 years of monitoring, we noticed a general increase in the share of grasses at the expense of all other floristic groups and the representation of vacancies. The lower number of mowing's caused a significant reduction in the number of species. Especially in abandoned vegetation, but also in mowed vegetation once a year. We also observed a similar reduction in the number of species in variants 7 and 8, where the number of mowing's was reduced to one per year in the 2nd and 3rd years. The abundance of species was also reflected in the diversity of stands. The lower number of mowing's caused a decline in diversity. The balance of the stands remained relatively unchanged at different intensities.

KEYWORDS: grassland, diversity, botanical composition, intensity of use

ÚVOD

Podľa Blair et al. (2014) sú trávne porasty druhovo bohaté ekosystémy s rôznymi formami života vrátane jednoročných, dvojročných a viacročných druhov rastlín. Vymedzujúcimi druhmi rastlín sú najmä trávy. Mnoho štúdií preukázalo, že vysoká druhová diverzita zlepšuje fungovanie ekosystémov v experimentálnych aj prirodzených skupinách (Craven et al., 2016). Fungovanie ekosystémov však nie je ovplyvnené iba celkovým počtom druhov ako takých, ale aj funkčnými vlastnosťami najčastejšie sa vyskytujúcich druhov (Grime, 1998). Druhová diverzita podporuje poskytovanie viacerých funkcií ekosystému (multifunkčnosť) (Craven et al., 2016).

Intenzifikácia využívania pôdy na trávnych porastoch je zodpovedná za veľké straty v rozmanitosti, ktoré môžu zasa ovplyvniť fungovanie a stabilitu ekosystému (Blüthgen et al., 2016). V súčasnosti sa veľmi výrazne znižuje možnosť využitia produkcie z trvalých trávnych porastov na krmovinárske účely (Abrham, Herout, 2013). Dôvodom je každoročné znižovanie počtu hospodárskych zvierat.

Podľa Blair et al., (2014) sú klíma, kosenie a pasenie 3 dôležité faktory, ktoré ovplyvňujú zloženie, štruktúru a funkcie trávnych porastov. Medzi týmito tromi faktormi je mnoho vzájomných interakcií, ktoré ovplyvňujú ekologické vzorce a procesy v trávnych porastoch. Podľa Blüthgen et al. (2012) a Allan et al. (2014) súvisí druhová diverzita a intenzita hospodárenia s frekvenciou kosenia, hnojenia a pasenia.

Cieľom práce bolo posúdenie rôznej intenzity využívania na diverzitu spoločenstva trvalého trávneho porastu v nížinnej teplej oblasti.

MATERIÁL A METÓDY

Experiment s rôznou intenzitou využívania a hnojenia sa realizoval v rokoch 2017 až 2020 na stanovišti nachádzajúcom sa v katastrálnom území obce Žirany v okrese Nitra v nadmorskej výške 210 m n. m. Územie obce sa rozprestiera na rozhraní úpätia pohoria Tribeč a Žitavskej pahorkatiny. Zemepisne je stanovište charakterizované súradnicami s.š. = 48°22'34.2" a v.d. =

18°10'55.8" (URL 1). Z agroklimatického hľadiska sa Žirany nachádzajú v miernom pásme na rozhraní kontinentálnej a atlanticko-kontinentálnej oblasti. Priemerné ročné teploty sú okolo 9 °C a ročný úhrn zrážok je v priemere 600 mm (Program hospodárskeho a sociálneho rozvoja, 2014). Na lokalite prevláda pôdny typ fluvizeme so slabo kyslou až kyslou pôdnou reakciou. Chemické zloženie pôdy pokusného stanovišťa je uvedené v tabuľke 1.

Tabuľka 1 Agrochemické vlastnosti pokusného stanovišťa

Table 1 Agrochemical properties of the experimental locality

Merná jednotka ¹	mg/kg					%	pH
Prvok ²	N _t	P	K	Ca	Mg	C _{ox}	
	2457,84	27,73	192,49	1186,32	88,53	2,69	5,78

¹Unit of measure, ²element

Agrochemické vlastnosti pôdy sa stanovili z priemerných vzoriek z hĺbky 0 – 0,15 m. Z odobratých vzoriek sa vykonali nasledovné chemické stanovenia: N_t – modifikovaná Kjeldahlova metóda, P – spektrofotometricky fosfomolybdénovou metódou z výluhu podľa Melich 3, Mg – spektrofotometricky s titánovou žltou z výluhu podľa Mehlich 3, K, Ca – plameňometrická metóda z výluhu Mehlich 3, pH – výmenné v KCl, C_{ox} – podľa Tjurina v modifikácii Nikitina (1972).

V pokuse sa sledovalo nasledovných osem variantov:

Variant 1	pôvodný porast, nehnojený, nevyužívaný, opustený, agrobotanické hodnotenie a odber vzoriek na zistenie produkcie v čase dozrievania semien
Varianty 2, 3 a 4 hnojené vždy 1 krát ročne na jar v čase zazelenania vegetácie dávkou: N (60 kg.ha ⁻¹), P (40 kg.ha ⁻¹) a K (80 kg.ha ⁻¹)	
Variant 2	kosený každý rok 3x (1. kosba v senokosnej zrelosti, 2. kosba po 60-ich dňoch od prvej, 3. kosba po 60-ich dňoch od druhej kosby)
Variant 3	kosený každý rok 2x (1. kosba v senokosnej zrelosti, 2. kosba po 90-ich dňoch od prvej)
Variant 4	kosený každý rok 1x (1. kosba v čase dozrievania semien)
Variant 5	s rokmi klesajúci počet kosieb (1. rok 4x, 2. rok – 3x, 3. rok – 2x, 4. rok – 1x). Hnojenie: 1. a 2. rok N (120 kg.ha ⁻¹) – 80 kg.ha ⁻¹ N na jar v čase zazelenania vegetácie, 40 kg.ha ⁻¹ N po 1. kosbe, P (40 kg.ha ⁻¹) a K (80 kg.ha ⁻¹) – celá dávka na jar v čase zazelenania vegetácie. V 3. roku 1 krát ročne na jar v čase zazelenania vegetácie dávkou: N (60 kg.ha ⁻¹), P (40 kg.ha ⁻¹) a K (80 kg.ha ⁻¹). Vo 4. roku iba P (40 kg.ha ⁻¹) a K (80 kg.ha ⁻¹) – celá dávka na jar v čase zazelenania vegetácie
Variant 6	s rokmi stúpajúci počet kosieb (1. rok 1x, 2. rok – 2x, 3. rok – 3x, 4. rok – 4x). Hnojenie: Vo 1. roku iba P (40 kg.ha ⁻¹) a K (80 kg.ha ⁻¹) – celá dávka na jar v čase zazelenania vegetácie. V 2. roku 1 krát ročne na jar v čase zazelenania vegetácie dávkou: N (60 kg.ha ⁻¹), P (40 kg.ha ⁻¹) a K (80 kg.ha ⁻¹). 3. a 4. rok N (120 kg.ha ⁻¹) – 80 kg.ha ⁻¹ N na jar v čase zazelenania vegetácie, 40 kg.ha ⁻¹ N po 1. kosbe, P (40 kg.ha ⁻¹) a K (80 kg.ha ⁻¹) – celá dávka na jar v čase zazelenania vegetácie
Variant 7	prechodné zníženie počtu kosieb (1. rok 3x, 2. rok – 1x, 3. rok – 1x, 4. rok – 3x). Hnojenie: 1. a 4. rok N (120 kg.ha ⁻¹) – 80 kg.ha ⁻¹ N na jar v čase zazelenania vegetácie, 40 kg.ha ⁻¹ N po 1. kosbe, P (40 kg.ha ⁻¹) a K (80 kg.ha ⁻¹) – celá dávka na jar v čase zazelenania vegetácie. V 2. a 3. roku iba P (40 kg.ha ⁻¹) a K (80 kg.ha ⁻¹) – celá dávka na jar v čase zazelenania vegetácie
Variant 8	prechodné zníženie počtu kosieb (1. rok 3x, 2. rok – 1x, 3. rok – 1x, 4. rok – 3x). Hnojenie: 1. a 4. rok 1 krát ročne na jar v čase zazelenania vegetácie dávkou: N (60 kg.ha ⁻¹), P (40 kg.ha ⁻¹) a K (80 kg.ha ⁻¹). V 2. a 3. roku iba P (40 kg.ha ⁻¹) a K (80 kg.ha ⁻¹) – celá dávka na jar v čase zazelenania vegetácie

Experiment je založený v 4 opakovaníach, pričom plocha pokusnej parcely je 6 m². Stanovište, kde sa realizujú sledovania vplyvu rôznej intenzity využívania a hnojenia, je dlhoročne využívaná pasiením oviec. Patrí medzi poloprirodné (semi-naturálne) trávne porasty. Vyskytujú sa tam rôzne druhy d'atelinovín, bylín a tráv. Z d'atelinovín dominujú *Trifolium fragiferum* L. a *Trifolium repens* L. Z bylín dominujú najmä *Cichorium intybus* L. a *Achillea millefolium* L. Medzi najčastejšie sa vyskytujúce trávy patria *Lolium perenne* L. a *Poa pratensis* L.

Pred každým využitím sa zisťovalo floristické zloženie metódou redukovanej projektívnej dominancie podľa Regala (1956).

Z floristických zápisov sme následne vpočítali:

Shannonov index diverzity (H) (Begon et al., 1997):

$$H = - \sum_{i=1}^S P_i \ln P_i$$

S – celkový počet druhov v snímku, P_i – podiel i-teho druhu v snímku

Shannonov index vyrovnanosti (J) (Begon et al., 1997):

$$J = \frac{- \sum_{i=1}^S P_i \ln P_i}{\ln S}$$

S – celkový počet druhov v snímku, P_i – podiel i-teho druhu na snímku

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Vplyv intenzity využívania na druhovú diverzitu trávnych porastov nie je vždy jednoznačný a výsledky sa medzi jednotlivými autormi môžu líšiť (Michaud et al., 2012; a i.).

Tabuľka 2 Pokryvnosť floristických skupín v iníciaľnom roku sledovania (2017) (%)

Table 2 Dominance of floristic groups in the initial year of monitoring (2017) (%)

Floristické skupiny ¹	Kosba ⁶	Varianty ⁷							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Trávy ²	1	70	38,5	65	51,5	58	53	36,5	58,5
	2	—	28,5	44,5	—	57	—	26	30
	3	—	22	—	—	29,5	—	22,5	—
	4	—	—	—	—	43,5	—	—	—
Ďatelinoviny ³	1	13	27	17	17,5	20	19	14,5	9,5
	2	—	32,5	4,5	—	15,5	—	8	3,5
	3	—	26	—	—	8	—	3,5	—
	4	—	—	—	—	4,5	—	—	—
Ostatné lúčne byliny ⁴	1	14,5	34,5	18	30	22	25,5	49	32
	2	—	20,5	39	—	24	—	41	59
	3	—	39,5	—	—	53,5	—	61	—
	4	—	—	—	—	50,5	—	—	—
Prázdne miesta ⁵	1	2,5	0	0	1	0	2,5	0	0
	2	—	18,5	12	—	3,5	—	25	7,5
	3	—	12,5	—	—	9	—	13	—
	4	—	—	—	—	1,5	—	—	—

¹floristical group, ²grasses, ³leguminous, ⁴other meadow herbs, ⁵blank places, ⁶cut, ⁷treatment

Rozdiely môžu byť spôsobené napríklad odlišnými stanovištnými podmienkami a výskumnými metódami. V nami sledovaných variantoch sme zaznamenali po aplikovaní rôznej intenzity kosenia dynamické zmeny vo floristickom zložení porastov. Pre obmedzený priestor uvádzame však iba výsledky dominancie agrobotanických skupín, kde môžeme vidieť (tab. 2 a 3) po 4

rokoch sledovaní všeobecný nárast podielu tráv na úkor všetkých ostatných floristických skupín aj zastúpenia prázdnych miest.

Tabuľka 3 Pokryvnosť floristických skupín v poslednom roku sledovania (2017) (%)
Table 3 Dominance of floristic groups in the last year of monitoring (2017) (%)

Floristické skupiny ¹	Kosba ⁶	Varianty ⁷							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Trávy ²	1	82	95,5	95	85	89	84,5	87	93,5
	2	—	95,5	94	—	—	79,5	95	91,5
	3	—	87,5	—	—	—	66,5	89	—
	4	—	—	—	—	—	67	—	—
Ďatelinoviny ³	1	0	1,5	1	2	0	0	7,5	1,5
	2	—	1,5	1	—	—	0,5	0,5	1,5
	3	—	2	—	—	—	0	0	—
	4	—	—	—	—	—	1	—	—
Ostatné lúčne byliny ⁴	1	14,5	4,5	2,5	11,5	9,5	13,5	4	2
	2	—	3	5	—	—	19	4,5	7
	3	—	7	—	—	—	31	3,5	—
	4	—	—	—	—	—	28	—	—
Prázdne miesta ⁵	1	3,5	4,5	1,5	1,5	1,5	2	1,5	3
	2	—	0	0	—	—	1	0	+
	3	—	3,5	—	—	—	3	7,5	—
	4	—	—	—	—	—	4	—	—

¹floristical group, ²grasses, ³leguminous, ⁴other meadow herbs, ⁵blank places, ⁶cut, ⁷treatment

Tabuľka 4 Počet druhov
Table 4 Number of species

Rok ¹	Kosba ²	Variant ³							
		1	2	3	4	5	6	7	8
2017	1	28	27	22	30	21	26	30	27
	2	—	24	19	—	27	—	23	19
	3	—	22	—	—	21	—	21	—
	4	—	—	—	—	22	—	—	—
2018	1	22	22	23	24	21	26	27	24
	2	—	20	18	—	21	24	—	—
	3	—	26	—	—	22	—	—	—
	4	—	—	—	—	—	—	—	—
2019	1	19	26	28	24	25	26	26	22
	2	—	18	19	—	17	23	—	—
	3	—	21	—	—	—	22	—	—
	4	—	—	—	—	—	—	—	—
2020	1	18	24	22	19	24	23	22	19
	2	—	28	22	—	—	30	20	16
	3	—	21	—	—	—	19	20	—
	4	—	—	—	—	—	22	—	—

¹year, ²cut, ³treatment

Z výsledkov uvedených v tabuľke 4 vidno zásadné zníženie počtu druhov na opustenom poraste (variant 1), ale aj v poraste kosenom jeden krát ročne (variant 4). Podobné zníženie počtu druhov sme sledovali aj vo variante 8 a 9, kde sa v druhom a treťom roku znižoval počet kosieb na jednu za rok. Podľa Štýbnarovej a Dufeka (2016), ktorý analyzovali diverzitu v svojom

pokuse zistili, že celkový počet druhov narastal v porastoch, ktoré boli kosené 3 a 4x za rok. Väčšina štúdií sa, ale zhodne na tom, že v neobhospodarovateľných porastoch dochádza k invázii vysoko konkurencieschopných vysokých druhov tráv, takže do nižších častí vegetácie sa dostáva menej slnečného žiarenia dôležitého pre rast a prežitie nižších rastlinných druhov, ktoré tak z porastu ustupujú a druhová diverzita klesá (Willems, 1983).

Shannonov index diverzity (H) aj vyrovnanosti (J) zohľadňujú biomasu (podiel) aj početnosť druhov (abundanciu) (Begon et al., 1997). Výsledky Shannonovho indexu diverzity prezentujeme v tabuľke 5. V prvom roku sledovania sa hodnoty pohybovali v rozmedzí od 1,23 do 2,19. Najnižšiu hodnotu indexu diverzity (1,23) sme zistili vo variante 7 (3. kosba, 2017). Najvyššia hodnota (2,19) v prvom roku sledovania bola zistená vo variante 4 (1. kosba, 2017). Najmenšia amplitúda hodnôt bola zistená v opustenom variante 1, kde sa hodnoty znižovali od prvého po posledný rok sledovania. V roku 2017 bola hodnota H 1,87 a do roku 2020 klesla na 1,46. Pri porovnaní prvých kosieb sledovaných variantov môžeme vidieť, že diverzita vo variante 1 klesala (1,87 – 1,46) a rovnako to bolo aj vo variante 8 (2,09 – 1,56). Vo variantoch 3 a 4 po prvej kosbe hodnota od roku 2017 do 2019 klesala a v poslednom roku stúpala. Varianty 2, 5, 6 a 7 mali v rokoch 2017 – 2018 klesajúci podiel a v roku 2019 sa ich hodnota zvýšila. V roku 2020 sa diverzita znovu znížila.

Tabuľka 5 Shanonov index diversity (H)

Table 5 Shanon diversity index (H)

Rok ¹	Kosba ²	Variant ³							
		1	2	3	4	5	6	7	8
2017	1	1,874	1,943	2,008	2,189	1,899	1,999	2,156	2,096
	2		1,476	1,415		1,488		1,381	1,286
	3		1,440			1,246		1,228	
	4					1,243			
2018	1	1,600	1,706	1,637	1,561	0,805	1,309	1,894	1,909
	2		1,629	1,626		1,473	1,818		
	3		1,649			1,809			
	4								
2019	1	1,446	2,129	1,421	1,467	1,972	1,933	1,971	1,886
	2		1,356	1,694		1,825	1,695		
	3		1,523				1,605		
	4								
2020	1	1,464	1,595	1,626	1,536	1,814	1,236	1,592	1,562
	2		1,960	1,559			1,800	1,443	2,042
	3		1,638				1,862	1,401	
	4						1,644		

¹year, ²cut, ³treatment

Index vyrovnanosti (tab. 6) sa v prvom roku experimentu pohyboval od 0,40 (varianty 5, 7) do 0,65 (variant 3). Pri porovnávaní vyrovnanosti medzi jednotlivými variantmi môžeme vidieť, že varianty 1, 3 a 4 postupne po prvých kosbách v každom roku klesali okrem roku 2020, kde tieto hodnoty mierne narástli. Vo variantoch 2, 5, 6, 7 a 8 je viditeľné, že do roku 2018 po prvej kosbe vyrovnanosť klesala, no v roku 2019 po prvej kosbe preukázateľne stúpala, čo sa najviac prejavilo vo variante 5 (z 0,26 na 0,61). V poslednom roku experimentu pri všetkých spomínaných variantoch nastalo opätovné zníženie vyrovnanosti porastov, čo sa najviac prejavilo klesaním vo variante 6 (z 0,59 na 0,39). Rovnako tento variant dosiahol aj najnižšiu vyrovnanosť v roku 2020 po prvej kosbe (0,39), čo môže naznačovať zvýšenie dominancie jedného druhu respektíve malej skupiny druhov.

Tabuľka 6 Shanonov index vyrovnanosti (J)
Table 6 Shanon balance index (H)

Rok ¹	Kosba ²	Variant ³							
		1	2	3	4	5	6	7	8
2017	1	0,563	0,583	0,649	0,644	0,624	0,614	0,634	0,636
	2		0,465	0,481		0,452		0,441	0,437
	3		0,466			0,409		0,403	
	4					0,402			
2018	1	0,517	0,552	0,522	0,491	0,265	0,402	0,575	0,601
	2		0,544	0,563		0,484	0,572		
	3		0,506			0,585			
	4								
2019	1	0,491	0,654	0,427	0,462	0,613	0,593	0,605	0,610
	2		0,469	0,575		0,644	0,541		
	3		0,500				0,519		
	4								
2020	1	0,506	0,502	0,526	0,522	0,571	0,394	0,515	0,530
	2		0,588	0,504			0,535	0,482	0,736
	3		0,538				0,632	0,468	
	4						0,532		

¹year, ²cut, ³treatment

ZÁVER

Po štyroch rokoch sledovaní sme zaznamenali všeobecný nárast podielu tráv na úkor všetkých ostatných floristických skupín aj zastúpenia prázdnych miest. Nižší počet kosieb vyvolával zásadné zníženie počtu druhov. Najmä na opustenom poraste (variant 1), ale aj v poraste kosenom jedenkrát ročne (variant 4). Podobné zníženie počtu druhov sme sledovali aj vo variante 7 a 8, kde sa v 2. a 3. roku znižoval počet kosieb na jednu za rok. Početnosť druhov sa odrazila aj v diverzite porastov. Nižší počet kosieb spôsobil pokles diverzity. Vyrovnanosť porastov zostávala pri rôznej intenzite využitia relatívne bez zmien.

POĎAKOVANIE

Táto publikácia vznikla vďaka podpore v rámci Operačného programu Integrovaná infraštruktúra pre projekt: Udržateľné systémy inteligentného farmárstva zohľadňujúce výzvy budúcnosti 313011W112, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja a projektu KEGA č. 032SPU-4/2019 Terminologický slovník krmovinnarstva.

LITERATÚRA

- ABRHAM, Z., HEROUT, M. 2013. Ekonomika surovínového a energetického využitia produkcie z trávnych porastov. In *Ekológia trávneho porastu*. Zborník vedeckých prác, Centrum výskumu rastlinnej výroby v Piešťanoch, 218 s. ISBN 987-80-89417-48-3.
- ALLAN, E.C., BOSSDORF, O., DORMANN, C., PRATI, D., GOSSNER, M., TSCHARNTKE, T., BLÜTHGEN, N., BELLACH, M., BIRKHOFFER, K., BOCH, S., BÖHM, S., BÖRSCHIG, C., CHATZINOTAS, A., CHRIST, S., DANIEL, R., DIEKÖTTER, T., FISCHER, CH., FRIEDL, T., GLASER, K., FISCHER, M. 2014. *Interannual variation in land-use intensity enhances grassland multidiversity*. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. 111. 308-313. DOI: 10.1073/pnas.1312213111.
- BEGON, M., HARPER, J. L., TOWNSEND, C. R. 1997. *Ekologie – jedinci, populace a spoločenstvo*. 1. vydání. Vydavatelství Univerzity Palackého v Olomouci, 197-278 ISBN 80-7067-695-7.
- BLAIR, J., NIPPERT, J., BRIGGS, J. 2014. *Grassland Ecology. Ecology and the Environment*. 389-423. DOI: 10.1007/978-1-4614-7501-9_14.
- BLÜTHGEN, N., SIMONS, N., JUNG, K., PRATI, D., RENNER, S., BOCH, S., FISCHER, M., HÖLZEL, N., KLAUS, V., KLEINEBECKER, T., TSCHAPKA, M., WEISSER, W., GOSSNER,

- M. 2016. Land use imperils plant and animal community stability through changes in asynchrony rather than diversity. *Nature Communications*. 7. DOI: 10697. 10.1038/ncomms10697.
- CRAVEN, D., ISBELL, F., MANNING, P., CONNOLLY, J., BRUELHEIDE, H., EBELING, A., ROSCHER, CH., RUIJVEN, J., WEIGELT, A., WILSEY, B., BEIERKUHNLEIN, C., DE LUCA, E., GRIFFIN, J., HAUTIER, Y., HECTOR, A., JENTSCH, A., KREYLING, J., LANTA, V., LOREAU, M., EISENHAUER, N. 2016. Plant diversity effects on grassland productivity are robust to both nutrient enrichment and drought. In *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*. 371. DOI:10.1098/rstb.2015.0277.
- GRIME, J.P. 1998. Benefits of plant diversity to ecosystems: immediate, filter and founder effects. *Journal of Ecology*, 86: 902-910. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2745.1998.00306.x>
- MICHAUD, A., PLANTUREUX, S., AMIAUD, B., CARRÈRE, P., CRUZ, P., DURU, M., DURY, B., FARRUGGIA, A., FIORELLI, J. L., KERNEIS, E., BAUMONT, R. (2012). Identification of the environmental factors which drive the botanical and functional composition of permanent grasslands. *The Journal of Agricultural Science*, 150(2), 219-236. doi:10.1017/S0021859611000530
- Program hospodárskeho a sociálneho rozvoja 2014 - 2020* [online]. [cit. 2012-03-21] Dostupné na internete: <https://www.zirany.eu/documents/1427100129phsr-zirany-2014.pdf>
- REGAL, V. 1956. Mikroskopická metoda pro hodnocení kvality píce. In *Rostlinná výroba*, č. 6, 1956, s. 35 – 45.
- ŠTÝBNAROVÁ, M., DUFEK, A. 2016. *Změny botanického složení trvalého travního porostu po čtyřech letech od ukončení diferencovaného hnojení kompostem a kejdou*. Agrovýzkum Rapotín s. r. o. Výzkum v chovu skotu. Ročník LVII. Issue 1. Number 211.
- WILLEMS, J. H. 1983. "Species Composition and above Ground Phytomass in Chalk Grassland with Different Management. *Vegetatio*, vol. 52, no. 3, Springer, 171-80
- URL1: <https://www.google.com/maps/>

Analýza vplyvu teploty a zrážok na produkciu a kvalitu d'atelinotravných miešaniek

Analysis of effect of temperature and precipitation on dry matter yield and quality of grass-legume mixtures

Miriám Kizeková, Štefan Pollák, Ľubica Jančová, Mariana Jančová, Zuzana Dugátová, Jozef Čunderlík

NPPC-Výskumný ústav travných porastov a horského poľnohospodárstva, Mládežnícka 36, 974 21 Banská Bystrica, Slovenská republika, E-mail: miriam.kizekova@nppc.sk

ABSTRACT

The study presents the effect of temperature and precipitation on herbage quality and performance of grass-legume mixtures. Dry matter yield, content of crude fibre and crude protein of grass-clover mixture and grass-lucerne mixture over two research periods (2011 - 2012 and 2014 – 2015) and at two sites: Banská Bystrica GMARI (altitude 380 m) and Banská Bystrica Suchý vrch (altitude 479 m) was investigated. Across all experimental years, dry matter yield of grass-clover mixture was significantly affected by average temperature and maximum temperature over cutting period. To contrary, performance of grass-lucerne mixture displayed higher stability than grass-clover mixture, and dry matter yield of grass-lucerne mixture was not affected by temperature or precipitation. Weather conditions did not affect content of crude protein and crude fibre.

KEYWORDS: mixtures, climate change, dry matter yield, crude protein, crude fibre

ÚVOD

Ďatelinoviny sú pilierom trvalo udržateľných systémov živočíšnej výroby a majú kľúčovú úlohu v trvalo udržateľnej intenzifikácii (Lüscher et al., 2016). Pestovanie d'atelinotravných a lucernotravných miešaniek má dlhodobú tradíciu. Kombinácia tráv a d'atelinovín poskytuje zvieratám krmivo s vyváženým obsahom cukrov a bielkovín, pre chovateľov zabezpečuje vyššie a stabilnejšie úrody sušiny v porovnaní s monokultúrami (Elgersma, A. a Søegaard, K., 2018). Ďatelinotravné miešanky plnia mnohé ekosystémové služby (Tomaškin a Tomaškinová, 2018), obohacujú pôdu o uhlík a dusík, prispievajú k znižovaniu emisií skleníkových plynov. Lüscher et al. (2014) uvádzajú, že miešanky vedia lepšie reagovať na variabilitu klímy a vykazujú lepšiu odolnosť voči teplotnému stresu. Tieto vlastnosti prejavujú najmä miešanky s hlboko koreniacimi d'atelinovinami, ktoré lepšie využívajú vodu z hlbších vrstiev pôdy. Cieľom príspevku bolo zhodnotiť úrodu sušiny, a koncentráciu živín d'atelinotravnej miešanky (ĎTM) a lucernotravnej miešanky (LTM) pestovaných na dvoch stanovištiach a analyzovať závislosť uvedených parametrov od priemernej teploty, maximálnej teploty a zrážok nameraných počas rastových období kosieb.

MATERIÁL A METÓDY

V práci sa hodnotí vplyv priemernej dennej teploty, maximálnej dennej teploty a úhrnu zrážok na produkciu sušiny, obsah dusíkatých látok a vláknniny v experimentoch s d'atelinotravnými a lucernotravnými miešankami, ktoré sa uskutočnili v Banskej Bystrici v rokoch 2010-2012 v areáli VÚTPHP v Banskej Bystrici (380 m n. m.) a v rokoch 2013-2015 na stanovišti Suchý vrch (479 m n. m.). Banská Bystrica sa nachádza v mierne teplom, vlhkom klimatickom okrsku s chladnou až studenou zimou. Priemerná ročná teplota je 8,1°C, priemerná teplota za vegetačné obdobie je 14,6°C, ročný úhrn zrážok je 795,6 mm a úhrn zrážok za vegetačné obdobie je 431,5 mm. Agrochemické vlastnosti pôdy obidvoch stanovišť sú uvedené v tabuľke 1.

Tabuľka 1 Pôdne vlastnosti pokusných stanovišť**Table 1 Soil properties on experimental sites**

Stanovište ¹	Variant ²	pH _{KCl}	Cox	Humus	N	P	K	Mg
			(g.kg ⁻¹)			(mg.kg ⁻¹)		
VÚTPHP 2010	DTM ³	6,85	61,59	106,19	3,11	11,16	154,89	696,71
	LTM ⁴	6,87	58,81	101,39	3,73	9,83	154,89	719,01
Suchý vrch 2013	DTM ³	5,30	30,90	63,27	2,45	3,49	184,61	712,61
	LTM ⁴	5,30	28,80	49,65	2,81	2,66	177,52	679,58

¹ Site, ²Treatment, ³Grass-clover mixture, ⁴ Grass-lucerne mixture

Do oboch experimentov, ktoré boli založené blokovoú metódou v troch opakovaníach, boli zaradené dva varianty s nasledovným zložením: variant DTM - *Trifolium pratense* cv. Fresko + *Festulolium braunii* cv. Achilles, variant LTM - *Medicago sativa* cv. Tereza + *Festulolium braunii* cv. Achilles. Výsevok ďatelinotrávnej a lucernotrávnej miešanky bol 26 kg. ha⁻¹, pričom 10 kg pripadlo na ďatelinoviny a 16 kg tvoril medzirodový hybrid. Pred sejbou boli do pôdy zapravené minerálne hnojivá v dávkach 30 kg N. ha⁻¹ (štartovacia dávka), 30 kg P. ha⁻¹ a 60 kg K. ha⁻¹. V práci hodnotíme produkčné roky 2011, 2012, 2014 a 2015. Porasty sa v každom roku využívali 3 x kosbou. Pri každej kosbe sa z každého opakovania a variantu odoberala vzorka zelenej hmoty na stanovenie produkcie sušiny, obsahu vlákniny a dusíkatých látok. Chemické analýzy sa vykonali v laboratóriu VÚTPHP Banská Bystrica v zmysle platných legislatívnych predpisov - Výnos MP SR č. 2145/2004-100. Pred založením pokusu a potom na jeseň v poslednom roku sledovaní sa z hĺbky 0-150 mm odobrali pôdne vzorky na stanovenie základných agrochemických vlastností pôdy: pH (KCl), humus, Cox, Nt, P, K, Mg podľa Mehlich III. Pôdne rozborý sa uskutočňovali podľa Vyhlášky MP SR zo 6. júla 2005. Z.z. č. 338/2005, Čiastka 142. Meteorologické údaje (priemerná denná teplota, maximálna denná teplota, úhrn zrážok) boli získané z meteorologickej stanice inštalovanej v areáli VÚTPHP. Údaje o teplote a zrážkach ku jednotlivým kosbám sú uvedené v tabuľke 2. Výsledky boli vyhodnotené pomocou programu Statitgraphic Centurion metódou analýzy variancie (ANOVA) s následným testovaním rozdielov na hladine významnosti $\alpha = 0,01$.

Tabuľka 2 Poveternostné podmienky ku kosbám**Table 2 Weather conditions during cuttings**

Rok ¹	2011			2012			2014			2015		
	T Av ³ (°C)	T Max ⁴ (°C)	Zrážky ⁵ (mm)	T (°C)	T Max (°C)	Zrážky (mm)	T (°C)	T Max (°C)	Zrážky (mm)	T (°C)	T Max (°C)	Zrážky (mm)
1.	12,2	19,1	59,0	11,9	18,4	69,4	11,5	17,4	117,0	11,5	17,4	106,0
2.	17,7	25,4	51,4	18,8	25,5	33,6	16,7	22,8	177,0	19,2	25,7	25,4
3.	19,0	25,1	48,2	18,7	26,4	0,01	17,8	23,7	236,0	17,7	24,0	166,0

¹Year, ²Cut, ³Tav – priemerná denná teplota, daily average temperature, ⁴TMax - maximálna denná teplota, daily maximum temperature, ⁵Precipitation

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Priebeh poveternostných podmienok počas vegetačného obdobia zohráva významnú úlohu v dosahovaní produkčných parametrov trávnych porastov. Podľa údajov SHMÚ (2011, 2012, 2015) spadlo v rokoch 2011, 2012, 2015 za vegetačné obdobie v Banskej Bystrici o 36 %, 25 % a 26 % menej zrážok v porovnaní s dlhodobým priemerom, čo znamená, že vegetačné obdobia boli veľmi suché (DEMETEROVÁ, 2002). Priemerná teplota za vegetačné obdobie bola v uvedených rokoch vyššia o 1,6 °C a 1,8 °C.

DTM dosiahli v kosbách vyššiu priemernú úrodu v areáli VÚTPHP. Avšak rozdiel nebol štatisticky preukazný. Z analýzy priemernej produkcie sušiny v kosbách v štyroch hodnotených

rokoch vyplýva, že v priemere bola úroda sušiny vyššia v prvom úžitkovom roku (2011, 2014) v porovnaní s druhým úžitkovým rokom (2012, 2015). Ilavská a kol. (2013) uvádza z pokusov v Liptovskej Tepličke opačný trend zvýšenia úrody sušiny ĎTM v druhom úžitkovom roku. Signifikantný vplyv na produkciu malo poradie kosby s najvyššími hodnotami v prvej kosbe a o 48 % nižšou úrodou v tretej kosbe (tabuľka 3). Obsah vláknniny prevyšoval optimálne hodnoty z hľadiska výživy dojníc v roku 2012 (290,60 g.kg⁻¹). Počas vegetačného obdobia sa koncentrácia vláknniny zvyšovala, avšak vplyv stanovišťa, ročníka ani kosby nebol štatisticky významný. Rovnaký trend bol zaznamenaný aj pri koncentrácii dusíkatých látok. Podobne ako pri DTM, v prípade LTM bola zaznamenaná nižšia úroda sušiny na stanovišti Suchý vrch, a od prvej kosby sa produkcia znižovala počas vegetačného obdobia k tretej kosbe. Na rozdiel od DTM, rozdiely v úrodách neboli u LTM štatisticky preukazné. Signifikantne najvyššia koncentrácia vláknniny bola zaznamenaná v roku 2012 na stanovišti VÚTPHP (tabuľka 3). Dôvodom vysokej koncentrácie vláknniny v roku 2012 mohlo byť vysoké zastúpenie lucerny v poraste (Kizeková et al., 2013). Dôvodom nižšieho obsahu vláknniny v roku 2015 v porovnaní s prvým úžitkovým rokom bolo postupné vypadnutie lucerny z porastu. Na obsah dusíkatých látok malo vplyv poradie kosby s najnižšími hodnotami v druhej kosbe.

Tabuľka 3 Vplyv stanovišťa, roka a kosby na úrodu sušiny, obsah vláknniny a dusíkatých látok

Table 3 Effects of site, year and cut on dry matter yield, content of crude fibre and crude protein

		DTM ¹			LTM ²		
		Úroda ³ (t.ha ⁻¹)	Vláknnina ⁴ (g.kg ⁻¹)	NL ⁵ (g.kg ⁻¹)	Úroda ³ (t.ha ⁻¹)	Vláknnina ⁴ (g.kg ⁻¹)	NL ⁵ (g.kg ⁻¹)
Stanovište ⁶	VÚTPHP	2,21 ^{ns}	273,22 ^{ns}	133,44 ^{ns}	2,84 ^{ns}	287,11 ^{ns}	130,42 ^{ns}
	Suchý vrch	2,01 ^{ns}	267,44 ^{ns}	131,07 ^{ns}	2,01 ^{ns}	265,92 ^{ns}	128,54 ^{ns}
<i>P value</i>		0,638	0,620	0,690	0,047	0,078	0,809
Rok ⁷	2011	2,89 ^{ns}	255,84 ^{ns}	128,67 ^{ns}	2,18 ^{ns}	266,18 ^{ab}	115,84 ^{ns}
	2012	1,53 ^{ns}	290,60 ^{ns}	138,06 ^{ns}	3,50 ^{ns}	308,04 ^a	145,00 ^{ns}
	2014	2,48 ^{ns}	281,55 ^{ns}	128,06 ^{ns}	2,30 ^{ns}	280,42 ^{ab}	124,44 ^{ns}
	2015	1,54 ^{ns}	253,53 ^{ns}	134,09 ^{ns}	1,71 ^{ns}	251,43 ^b	132,64 ^{ns}
<i>P value</i>		0,033	0,042	0,598	0,014	0,003	0,036
Kosba ⁸	1.	2,98 ^a	269,32 ^{ns}	123,88 ^{ns}	2,77 ^{ns}	273,62 ^{ns}	124,56 ^{ab}
	2.	1,80 ^{ab}	261,35 ^{ns}	128,70 ^{ns}	2,48 ^{ns}	284,90 ^{ns}	116,67 ^b
	3.	1,55 ^b	285,32 ^{ns}	144,48 ^{ns}	2,02 ^{ns}	271,00 ^{ns}	147,22 ^a
<i>P value</i>		0,006	0,145	0,100	0,357	0,620	0,001

¹Grass-clover mixture, ²Grass-lucerne mixture, ³Dry matter yield, ⁴Crude fibre, ⁵dusíkaté látky Crude protein, ⁶Site, ⁷Year, ⁸Cut

V tabuľke 4 sú uvedené hodnoty regresného koeficientu, ktorý vyjadruje závislosť medzi produkciou a kvalitou fytomasy miešaniek a meteorologickými parametrami. Analýza ukázala, že zvyšovanie priemernej a maximálnej teploty ovzdušia počas rastového obdobia medzi kosbami vedie k znižovaniu úrody sušiny ĎTM. Rozdielna situácia bola pozorovaná medzi úrodou sušiny ĎTM a úhrnom zrážok za rastové obdobie kosby, kde nebola zistená významná závislosť. Priebeh počasia nemal vplyv na obsah vláknniny a dusíkatých látok v ĎTM, to znamená, že s rastúcou teplotou ovzdušia sa nezvyšoval obsah vláknniny ani dusíkatých látok. Rovnako ani znižovanie úhrnu zrážok v rastovom období medzi kosbami nezvyšovalo resp. neznižovalo koncentráciu hodnotených živín. V prípade LTM sa nepreukázala žiadna závislosť medzi meteorologickými faktormi, produkciou sušiny a kvalitou fytomasy.

Tabuľka 4 Regresný koeficient (b) lineárnej závislosti medzi úrodou sušiny, obsahom vlákniny, obsahom dusíkatých látok a priemernou dennou teplotou, maximálnou teplotou a úhrnom zrážok za rastové obdobia medzi kosbami

Table 4 Regression coefficient between dry matter production, contents of crude fibre and crude protein and daily average temperature, daily maximum temperature, and precipitation

	Úroda sušiny ¹						Obsah vlákniny ²						Obsah NL ³					
	T Av ⁴		T Max ⁵		Zrážky ⁶		T Av ⁴		T Max ⁵		Zrážky ⁶		T Av ⁴		T Max ⁵		Zrážky ⁶	
Variant ⁷	b	R ²	b	R ²	b	R ²	b	R ²	b	R ²	b	R ²	b	R ²	b	R ²	b	R ²
DTM ⁸	-0,22	0,82	-0,23	0,97	NS	-	NS	-	NS	-	NS	-	NS	-	NS	-	NS	-
LTM ⁹	NS	-	NS	-	NS	-	NS	-	NS	-	NS	-	NS	-	NS	-	NS	-

¹Dry matter yield, ²Crude fibre content, ³Crude protein content, ⁴Tav – priemerná denná teplota, daily average temperature, ⁵TMax - maximálna denná teplota, daily maximum temperature, ⁶Precipitation, ⁷Treatment, ⁸Grass-clover mixture, ⁹Grass-lucerne mixture

ZÁVER

Výsledky výskumu ukázali štatisticky preukazný vplyv priemernej a maximálnej teploty počas rastového obdobia v priebehu kosieb na úrodu sušiny DTM. Okrem zvyšovania teploty sa na produkcii sušiny DTM negatívne prejavilo poradie kosby s tým, že najvyššia úroda bola zaznamenaná v prvej kosbe. V ďalších kosbách dochádzalo k štatisticky významnému znižovaniu úrody sušiny. Na kvalitatívne parametre DTM vyjadrených obsahom vlákniny a dusíkatých látok nemal vplyv žiadny zo sledovaných faktorov (stanovište, rok, kosba). Tvorba úrody sušiny LTM nebola významne ovplyvňovaná žiadnym sledovaným faktorom a na rozdiel od DTM, nebola závislá od priebehu počasia. Koncentrácia dusíkatých látok bola štatisticky najvyššia v tretej kosbe.

LITERATÚRA

- DEMETEROVÁ, 2002. Hospodárenie s vodnými zdrojmi. Košice: SHMÚ. s. 40.
- ELGERSMA, A., SØEGAARD, K, 2018. Changes in nutritive value and herbage yield during extended growth intervals in grass–legume mixtures: effects of species, maturity at harvest, and relationships between productivity and components of feed quality. *Grass and Forage Science*, 73, 78-93. DOI: 10.1111/gfs.12287.
- ILAVSKÁ, I., BRITAŇÁK, N., HANZES, Ľ. 2013. Využitie d'atelinovín a ich miešanie na orných pôdach v horskej oblasti. In *Ekológia trávneho porastu VII: zborník vedeckých prác*. Piešťany : Centrum výskumu rastlinnej výroby, 161-166.
- KIZEKOVÁ, M., TOMAŠKIN, J., ČUNDERLÍK J., JANČOVÁ, Ľ., MARTINCOVÁ, J. 2013. The yield stability and quality of legumes during two consecutive, extremely dry years. *Agriculture (Poľnohospodárstvo)*, 59, 167–177. DOI: 10.2478/agri-2013-001
- LÜSCHER, A., MUELLER-HARVEY, I., SOUSSANA, J. F., REES, R.M., PEYRAUD, J.L. 2014. Potential of legume based grassland livestock systems in Europe: a review. *Grass and Forage Science*, 69, 206-228. DOI: 10.1111/gfs.12124
- LÜSCHER, A., SUTER, M., FINN, J. A. 2016. Legumes and grasses in mixtures complement each other ideally for sustainable forage production. *Legume perspectives*, 12, 8-10.
- TOMAŠKIN, J., TOMAŠKINOVA, J. 2018. Produkčné a ekologické funkcie trávnych ekosystémov v poľnohospodárskej krajine. Banská Bystrica : Vydavateľstvo Univerzity Mateja Bela – Belianum. 93s.

Účinnok rôznej dávky polysulfidovej síry na vybrané rastovo-produkčné parametre lucerny siatej (*Medicago sativa* L.)

Effect of different doses of polysulphide sulfur on selected growth-production parameters of alfalfa (*Medicago sativa* L.)

Peter Kovár¹, Ľuboš Vozár¹, Peter Hric¹

¹Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovenská republika, E-mail: peter.kovar@uniag.sk

ABSTRACT

The aim of the experiment was to determine the impact of different levels of nutrition of alfalfa with polysulfide sulfur using Sulka K preparation on selected growth and production indicators. The pot experiment was carried out in the Demonstration and Research Base of the Department of Crop Production and Grassland Ecosystems (Institute of Agronomic Sciences) FAFR SUA in Nitra in 2020. There were 5 nutritional variants evaluated: 1. polyS 0 (without sulfur application), 2. polyS 15 (with a sulfur dose of 15 kg/ha), 3. polyS 30 (with a sulfur dose of 30 kg/ha), 4. polyS 45 (with a sulfur dose of 45 kg/ha) and 5. polyS 60 (with a sulfur dose 60 kg/ha). The results of the experiment showed a positive effect on the height of alfalfa plants ($p > 0.05$) at a sulfur dose of 30 kg/ha and 45 kg/ha, on the number of stems ($p > 0.05$) at a sulfur dose of 15 – 60 kg/ha and for the production of above-ground phytomass ($p > 0.05$) at a sulfur dose of 15 – 45 kg/ha.

KEYWORDS: alfalfa, growth-production parameters, polysulphide sulfur

ÚVOD

Síre (S), ako jednému z esenciálnych prvkov potrebných pre rast rastlín, sa veľa rokov venovala malá pozornosť. Dôvodom bolo, že priemyselné podniky produkovali väčšie množstvo oxidu siričitého a rastliny dokážu v prípade potreby prijať až 90 % síry prostredníctvom listov. Zmena nastala v polovici 90.-tych rokov minulého storočia, keď na Slovensku produkcia oxidu siričitého klesla o 58,6 %. Zároveň sa významne znížila spotreba hospodárskych a priemyselných hnojív, ktoré obsahujú značný podiel síry, napr. síran amónny, jednoduchý superfosfát,... (Kováčik, 2014). Avšak nedostatok síry sa rozšíril aj po celom svete v dôsledku použitia vysokohodnotných hnojív s nízkym obsahom síry, nízkou návratnosťou síry v maštalnom hnoji, znížením používania fungicídov obsahujúcich síru, produkčnými odrodami a intenzívnym poľnohospodárstvom, ale aj znížením atmosférických vstupov spôsobených prísnejšou reguláciou emisií (Vozár et al., 2019). Zvýšená frekvencia deficitu síry v osevných postupoch je tiež dôsledkom vyšších úrod a nárastu pestovateľských plôch plodín so zvýšenými požiadavkami na síru, ku ktorým patria najmä olejniný, d'atelinoviny, tráv, zelenina a niektoré ďalšie plodiny. Nedostatok síry okrem negatívneho ovplyvnenia úrody a kvality znižuje tiež prirodzenú odolnosť rastlín proti určitým chorobám. Okrem toho síra zohráva dôležitú úlohu v biosyntéze metionínu a cysteínu. Je tiež nevyhnutná v syntéze koenzýmu A, ktorý je dôležitý pre biosyntézu a oxidáciu mastných kyselín, absorpciu aminokyselín, oxidáciu medziproduktov cyklu kyseliny citrónovej a tiež pre oxidáciu ferredoxínu, ktorý je nevyhnutný pri fotosyntéze a biologickej fixácii dusíka. Je dôležitá aj pri syntéze vitamínov. Rastliny uprednostňujú príjem síry koreňmi vo forme síranu (SO_4^{2-}), malé množstvo môžu absorbovať tiež ako tiosíran ($\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$). Malé množstvá SO_2 môžu rastliny navyše absorbovať prostredníctvom listov (Havlin, 2005). Pri niektorých krmných plodinách, akou je aj lucerna siata, je potreba síry pomerne vysoká (približne 2,3 – 2,7 kg na 1 tonu vyprodukovanej fytomasy) než u iných plodín (DeDecker et al., 2018). Pri porovnaní absorpcie síry s rýchlosťou depozície je pravdepodobné,

že v minulosti stačila depozícia a mineralizácia z pôdy na uspokojenie potrieb rastlín. Avšak teraz, keď sa depozícia síry znížila na 4 až 8 kg (vyjadrenej vo forme síranu) ročne (Kost et al., 2008), je zrejmé, že už nie je dostatok dodávaného síranu a poruchy spôsobené jej deficitom sa budú ešte viac prejavovať. Cieľom experimentu bolo zistiť účinok rôznej dávky polysulfidovej síry na vybrané rastovo-produkčné parametre lucerny sietej (*Medicago sativa* L.) ako zástupcu rastlín so zvýšenými požiadavkami na síru.

MATERIÁL A METÓDY

Nádobový pokus, realizovaný v Demonštračnej a výskumnej báze Katedry rastlinnej výroby a trávnych ekosystémov (Ústav agronomických vied) FAPZ SPU v Nitre, bol založený 11. mája 2020 výsevom osiva lucerny sietej do nádob s objemom 2 dm³ a plochou 0,126 m². Pri založení pokusu bolo do pôdy, ktorej chemické zloženie dokumentuje tabuľka 1, aplikované hnojivo Amofos NP 12/52. Dva týždne po vzídení rastlín (18. júna 2020) sa rastliny prethali, pričom sa ponechalo 10 rastlín na 1 nádobu. Zároveň sa v tomto termíne aplikovali aj hnojivá LAD, draselná soľ (na povrch pôdy) a 1. dávka polysulfidového prípravku (polyS) Sulka K (foliárne) v množstve uvedenom v tabuľke 3. Druhá dávka Sulky K sa foliárne aplikovala aj 2 týždne po prvej kosbe, t.j. 14. júla 2020.

Tabuľka 1 Agrochemické vlastnosti pôdy použitej v experimente

Table 1 Agrochemical properties of the soil used in the experiment

N _t	P	K	Mg	Ca	Na	S	C _{ox}	pH _{KCl}
mg.kg ⁻¹							g.kg ⁻¹	-
2282	54	350	680	4900	40	20	20,82	7,09

Pre tento experiment bolo vytvorených 5 variantov s dávkami živín uvedenými v tabuľke 2.

Tabuľka 2 Varianty hnojenia s dávkou živín v kg.ha⁻¹

Table 2 Fertilization treatments with nutrient dose in kg/ha

Variant ¹	Živina (dávka v kg.ha ⁻¹) ²			
	N [LAD 27]	P [Amofos NP 12/52]	K [Draselná soľ 60 %]	S [Sulka K]
V1 (polyS 0)	30	35	80	0
V2 (polyS 15)	30	35	80	15
V3 (polyS 30)	30	35	80	30
V4 (polyS 45)	30	35	80	45
V5 (polyS 60)	30	35	80	60

¹treatment, ²nutrient (dose in kg/ha)

Tabuľka 3 Termín aplikácie a dávky hnojív na 1 nádobu

Table 3 Date of application and doses of fertilizers per 1 pot

Aplikácia (termín) ¹	2 týždne po vzídení ²	Pri sejbe ³	2 týždne po vzídení ²	2 týždne po vzídení / 2 týždne po 1. kosbe ⁴
Variant ⁵	LAD 27	Amofos NP 12/52	Draselná soľ 60%	Sulka K
V1 (polyS 0)	0,548 g	1,927 g	2,024 g	---
V2 (polyS 15)	0,440 g	1,927 g	1,790 g	0,368 ml
V3 (polyS 30)	0,330 g	1,927 g	1,560 g	0,736 ml
V4 (polyS 45)	0,210 g	1,927 g	1,330 g	1,103 ml
V5 (polyS 60)	0,100 g	1,927 g	1,100 g	1,471 ml

¹application (date), ²2 weeks after emergence, ³in sowing, ⁴2 weeks after emergence/2 weeks after 1st cut, ⁵treatment

Priebeh poveternostných podmienok v sledovanom období (2020) (v porovnaní s dlhodobým priemerom za roky 1961 – 1990) prezentuje tabuľka 4.

Tabuľka 4 Priemerná mesačná teplota a množstvo zrážok v roku 2020 v porovnaní s dlhodobým priemerom 1961 – 1990 (www.shmu.sk; upravené)

Table 4 Average monthly temperature and amount of precipitation in 2020 compared to the long-term average 1961 – 1990 (www.shmu.sk; modified)

Rok / Mesiac ¹		III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Teplota ² (°C)	2020	6,1	11,0	13,8	19,6	21,5	22,5	17,2	11,5
	Ø 1961-1990	5,0	10,4	15,1	18,0	19,8	19,3	15,6	10,4
Zrážky ³ (mm)	2020	67,0	6,3	47,9	71,6	45,4	106,0	99,0	156,3
	Ø 1961-1990	30,0	39,0	58,0	66,0	52,0	61,0	40,0	36,0

¹year/month, ²temperature, ³precipitation

Charakteristika aplikovaných hnojív

LAD 27 – liadok amónny s dolomitom je sivobiely granulát dusičnanu amónneho s jemne mletým dolomitom. Hnojivo obsahuje 27 % dusíka, vápnik a horčík sú vo forme uhličitanov nerozpustných vo vode. Pomer dusičnanového a amoniakálneho dusíka je 1 : 1 (URL1).

Amofos NP 12/52 je šedobiele granulované organominerálne hnojivo s 12 % obsahom dusíka a 52 % obsahom P₂O₅. Podstatnou zložkou je fosforečnan amónny, ktorý sa získava z apatitového koncentráту neutralizáciou kyseliny fosforečnej amoniakom (URL2).

Draselná soľ je v podstate technická soľ KCl s obsahom 60 % K₂O. Celkový obsah chlóru sa pohybuje okolo 48 %, neobsahuje žiadne sprievodné soli (URL3).

Sulka K [3-0-14(2CaO+19S)] je číra, červenohnedá kvapalina so sýrnym zápachom. Je to vysoko koncentrovaný vodný roztok polysulfidov a tiosíranov draslíka a vápnika doplnený močovinou. S vodou je miešateľná v akomkoľvek pomere (URL4).

Porast bol počas vegetačného obdobia kosený celkovo 5-krát (Tabuľka 5) na výšku 50 mm v rastovej fáze butonizácie až začiatku kvitnutia. Pri každej kosbe bola zisťovaná výška rastlín v mm (3 merania v každom opakovaní), spočítaný počet stoniek v každej nádobe s následným prepočítaním na ks.m⁻² a odobratá nadzemná fytomasa z celej nádoby (s prepočítaním na g.m⁻²) na zistenie produkcie nadzemnej fytomasy. Počas vegetačného obdobia bol porast podľa potreby v závislosti od poveternostných podmienok zavlažovaný dávkou v množstve 200 – 500 ml na 1 nádobu.

Tabuľka 5 Termíny kosieb v roku 2020

Table 5 Dates of mowings in year 2020

Kosba ¹	1.	2.	3.	4.	5.
Dátum ²	30.6.	22.7.	13.8.	9.9.	19.10.

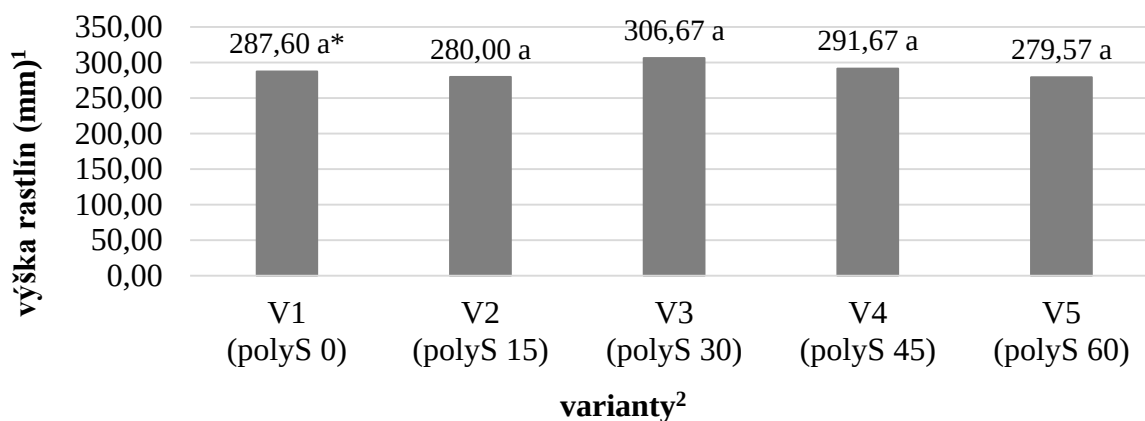
¹cut, ²date

Získané údaje sa štatisticky hodnotili v programe STATISTICA (StatSoft, 2011) pomocou jednofaktorovej analýzy rozptylu ANOVA. Na posúdenie rozdielov medzi variantmi sa použil Tukeyov HSD test pri hladine významnosti $\alpha = 0,05$.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Priemerná výška rastlín lucerny satej v jednotlivých variantoch s rôznou dávkou polysulfidovej síry (polyS) je prezentovaná na obrázku 1. Na základe dosiahnutých hodnôt možno konštatovať štatisticky nepreukazný vplyv ($p = 0,334958$) prípravku s polysulfidovou sírou (Sulka K) na tento hodnotený ukazovateľ. Najvyššou výškou rastlín v priemere za

vegetačné obdobie sa vyznačovala lucerna siata vo variante V3 (306,67 mm), čo bolo o 19,07 mm viac v porovnaní s kontrolným variantom (V1), kde sa neaplikovala Sulka K. Stimulácia rastu lucerny siatej sa zaznamenala aj vo variante V4 s o 4,07 mm vyššími rastliny ako kontrola. Mierne inhibičný účinok prípravku Sulka K sa prejavil vo variantoch V2 a V5, kde sa v prepočte aplikovalo 15 kg.ha⁻¹ a 60 kg.ha⁻¹ síry a priemerná výška lucerny siatej bola o 7,60 mm a 8,03 mm nižšia v porovnaní s kontrolou.



Obrázok 1 Priemerná výška rastlín lucerny siatej (mm) v jednotlivých variantoch

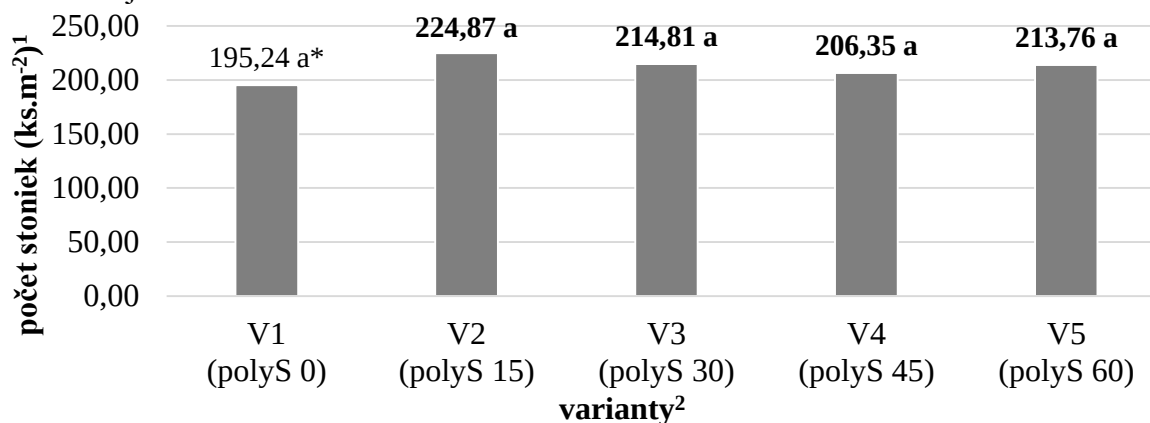
*Písmeno (a) pri priemerných hodnotách znamená štatisticky nepreukazný rozdiel (Tukeyov HSD test, $\alpha = 0,05$).

Figure 1 The average height of alfalfa plants (mm) in individual variants

¹plant height; ²treatments

*Letter (a) at average values means statistically non-significant difference (Tukey's HSD test, $\alpha = 0.05$).

Jedným z kritérií hodnotenia stavu porastov viacročných krmovín je hustota porastu, ktorá závisí od počtu rastlín, resp. stoniek na jednotke plochy (m²). Hodnoty tohto ukazovateľa dokumentuje obrázok 2.



Obrázok 2 Priemerný počet stoniek (ks.m⁻²) lucerny siatej v jednotlivých variantoch

*Písmeno (a) pri priemerných hodnotách znamená štatisticky nepreukazný rozdiel (Tukeyov HSD test, $\alpha = 0,05$).

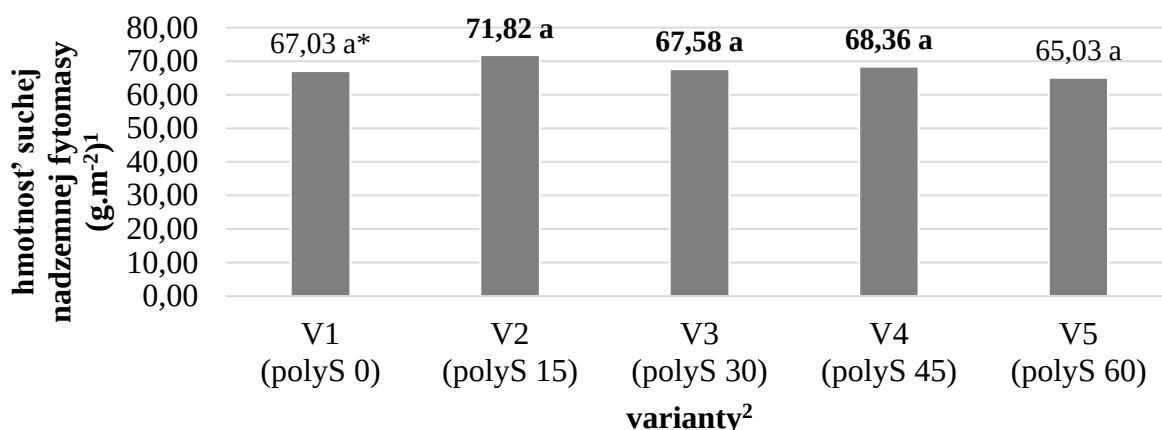
Figure 2 The average number of stems (pcs/m²) of alfalfa plants in individual variants

¹number of stems (pcs/m²); ²treatments

*Letter (a) at average values means statistically non-significant difference (Tukey's HSD test, $\alpha = 0.05$).

Z priemerných hodnôt počtu stoniek v prepočte na 1 m² rezultuje stimulačný, avšak štatisticky nepreukazný ($p = 0,928522$) účinok polysulfidového prípravku Sulka K. Kým v kontrolnom variante V1 (bez aplikácie Sulky K) sa zaznamenalo v priemere 195,24 stoniek.m⁻², vo variantoch ošetrovaných uvedeným prípravkom bolo v priemere o 11,11 – 29,63 stoniek.m⁻² viac. Najviac stoniek vytvorila lucerna siata vo variante V2 (224,87 ks.m⁻²), nasledovali varianty V3 a V5 s 214,81 ks.m⁻² a 213,76 ks.m⁻² a za nimi s rozdielom približne 8 stoniek zaostávala lucerna siata ošetrovaná 45 kg.ha⁻¹ síry (V4). Podľa Lichnera et al. (1990) možno porast vo všetkých variantoch klasifikovať ako „veľmi riedky“.

Súčasťou biologickej kontroly porastov viacročných krmovín je aj zisťovanie produkcie nadzemnej fytomasy. Podľa niektorých autorov (Brestič a Olšovská, 2001; Kopriva et al., 2019) je tvorba fytomasy spojená s fyziologickou aktivitou rastlín, ktorá môže byť výraznou mierou ovplyvnená úrovňou výživy rastlín.



Obrázok 3 Priemerná hmotnosť suchej nadzemnej fytomasy lucerny siatej (g.m⁻²) v jednotlivých variantoch

*Písmeno (a) pri priemerných hodnotách znamená štatisticky nepreukazný rozdiel (Tukeyov HSD test, $\alpha = 0,05$).

Figure 3 The average weight of dry above-ground alfalfa phytomass (g/m²) in individual variants

¹weight of dry aboveground phytomass; ²treatments

*Letter (a) at average values means statistically non-significant difference (Tukey's HSD test, $\alpha = 0.05$).

Z hodnôt prezentovaných na obrázku 3 vidieť stimulačný účinok polysulfidového prípravku na produkciu nadzemnej fytomasy, čo je v zhode aj s výsledkami DeDeckera et al. (2018), a to vo variantoch s aplikáciou 15 – 45 kg.ha⁻¹ síry (V2 – V4). V uvedených variantoch množstvo nadzemnej fytomasy stúplo v priemere o 0,55 – 4,79 g.m⁻² v porovnaní s kontrolou, pričom najviac fytomasy vytvorila lucerna siata po ošetrovaní Sulkou K v dávke 15 kg.ha⁻¹ síry (V2). Dávka polysulfidovej síry 30 kg.ha⁻¹ a 45 kg.ha⁻¹ preukázala iba minimálnu stimuláciu tvorby nadzemnej fytomasy, zatiaľ čo najvyššie aplikované množstvo síry (V5) pôsobilo mierne inhibične na produkciu nadzemnej fytomasy lucerny siatej. Pre variant V5 bola charakteristická najnižšia produkcia nadzemnej fytomasy v priemere za vegetačné obdobie (65,03 g.m⁻²). Celkovo však možno konštatovať, že produkcia nadzemnej fytomasy bola štatisticky nepreukazne ($p = 0,950807$) ovplyvnená polysulfidovým prípravkom Sulka K.

ZÁVER

Lucerna siata bola pestovaná v nádobách pri rôznej úrovni výživy sírou aplikovanej vo forme polysulfidu. Na rast rastlín lucerny siatej do výšky najlepšie vplývala dávka 30 kg.ha⁻¹ síry,

zatiaľ čo hustota porastu (vyjadrená počtom stoniek na 1 m²) a produkcia nadzemnej fytohmoty boli najviac stimulované dávkou 15 kg.ha⁻¹ síry.

POĎAKOVANIE

Príspevok vznikol s podporou Grantovej agentúry Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre v rámci projektu č. 19/2019 Možnosti výživy trávnikov sírou.

LITERATÚRA

- BRESTIČ, M., OLŠOVSKÁ, K., 2001. Vodný stres: príčiny, dôsledky, perspektívy. Nitra: SPU, 2001, 149 s.
- HAVLIN, J.L., BEATON, J.D., TISDALE, S.L., NELSON, W.L. 2005. Soil fertility and fertilizers: An introduction to nutrient management. 7th ed., New Jersey : Pearson Prentice Hall, 2005, 528 p.
- KOPRIVA, S., MALAGOLI, M., TAKAHASHI, H., 2019. Sulfur nutrition: impacts on plant development, metabolism, and stress responses. *Journal of Experimental Botany*, 70, 4069 – 4073.
- KOST, D., CHEN, L., DICK, W.A. 2008. Predicting plant sulfur deficiency in soils: results from Ohio. *Biol. Fertil. Soils*. 44, 1091 – 1098.
- KOVÁČIK, P. 2014. Princípy a spôsoby výživy rastlín. Nitra : SPU, 2014, 278 s.
- DEDECKER, J., TOLLINI, CH. 2018. Increase alfalfa hay yields by addressing sulfur deficiency [online] [cit. 2021-10-18] Dostupné z: https://www.canr.msu.edu/news/increase_alfalfa_hay_yields_by_addressing_sulfur_deficiency
- LICHNER, S., FOLKMAN, I., GREGOROVÁ, H., HOLÚBEK, R., JANČOVIČ, J., NOVÁK, J., ŠIMKO, J., 1990. Návod na cvičenia z krmovinárstva. Bratislava: Príroda, 1990, 195 s.
- Slovenský hydrometeorologický ústav, 2020. Bulletin Meteorológia a Klimatológia. [cit. 2021-10-10]. Dostupné z: <http://www.shmu.sk/sk/?page=1613>
- StatSoft, Inc. (2011) STATISTICA (data analysis software system), verzia 10. www.statsoft.com
- URL1: <http://www.sunflower-ds.sk/hnojiva/lad-27-n> [cit. 2021-10-05]
- URL2: <http://www.achpmstetice.cz/amofos-np-12-52> [cit. 2021-10-05]
- URL3: <http://www.sunflower-ds.sk/hnojiva/draselna-sol-60-kcl> [cit. 2021-10-05]
- URL4: www.vucht.sk/userfiles/products/pl_sulka_k_sk.pdf [cit. 2021-10-05]
- VOZÁR, Ľ., KOVÁR, P., HRIC, P., VEREŠOVÁ, P., PAULISOVÁ, M. Vplyv SULFERT-Humátu na dynamiku rastu a produkcie trávnikového porastu. In *Agrochémia*, 1, 33 – 40.

Vplyv klimatickej zmeny a zmeny vo využívaní pôdy na zásobu pôdneho organického uhlíka

Impact of climate and land use change on soil organic carbon stock

Gabriela Barančíková¹, Ján Halas¹, Štefan Koco^{1,2}, Jozef Takáč¹

¹NPPC – Výskumný ústav pôdoznalectva a ochrany pôdy, Raymannova, 1, 08001 Prešov, Slovenská republika, E-mail: gabriela.barancikova@nppc.sk

²Prešovská univerzita v Prešove, Fakulta humanitných a prírodných vied, 08116 Prešov, Slovenská republika, E-mail: stefan.koco@nppc.sk

ABSTRACT

In this paper we want to point out that changes of soil use and soil management and also climate parameters can affect the level of SOC stock on Agricultural Cooperative Farm Šuňava. The RothC model was used to monitor changes in SOC stock. Receiving results show, that RothC is suitable to monitor SOC stock on agricultural soil in this territory and in future, model predicts that SOC level will be largely influenced by land use and land management but also climate change, mainly temperature increase.

KEY WORDS: cropland, grassland, RothC model, soil organic carbon stock

ÚVOD

Pôdna organická hmota (POH) je rozhodujúcim faktorom pre optimálne fungovanie produkčných i mimoprodukčných pôdných funkcií, ovplyvňuje úrodnosť pôdy, jej fyzikálne, chemické a biologické vlastnosti a tiež emisiu skleníkových plynov (Campbell a Paustian, 2015). POH predstavuje najväčšiu zásobu pôdneho organického uhlíka (POC) v biosfére a v závislosti od podmienok môže emitovať alebo sekvestrovať skleníkové plyny v životnom prostredí. Obsah POC je považovaný za primárny indikátor pôdnej kvality vo vzťahu k produkčným i environmentálnym funkciám pôdy (Chevalier a kol., 2016), a je tiež kľúčovým faktorom všetkých skupín ekosystémových služieb (Banwart a kol., 2015). Obsah POC v pôdnom prostredí je ovplyvňovaný prírodnými ako aj antropogénnymi faktormi. V súčasnom období je jednou z hlavných globálnych environmentálnych tém zmena klímy, predovšetkým výrazné otepľovanie. Postupné zvyšovanie teploty, ktoré je realitou už v tomto období a predpokladá sa aj v budúcnosti, môže urýchľovať rozklad POH, teda v pôdnom prostredí budú prevládať mineralizačné procesy nad humifikačnými (Web a kol., 2003).

Ďalším významným faktorom ovplyvňujúcim zásobu POC je hospodárenie a využívanie pôdy. Na jednej strane mnohé poľnohospodárske praktiky, napr. premena trvalých trávnych porastov (TTP) na ornú pôdu (OP) a nízky prísun kvalitnej organickej hmoty, môžu znižovať zásobu POC (Poeplau a Don, 2015, Kunlanit a kol. 2019), na druhej strane základné princípy správnej poľnohospodárskej praxe (konverzia OP na TTP, aplikácia kvalitných organických hnojív alebo kompostov, prísne dodržiavanie optimálnej rotácie plodín, minimálne obrábanie pôdy, a aplikácia pôdoochranných technológií) môžu zásoby POC v poľnohospodárskych pôdach zvyšovať (Janzen, 2006, Kováč a kol., 2010, Berti a kol., 2016, Valkama a kol., 2020).

V tomto príspevku prezentujeme vplyv zmeny vo využívaní a hospodárení na pôde aj klimatickej zmeny na stav zásob POC na pôdach poľnohospodárskeho družstva (PD) Šuňava. Pri riešení tejto problematiky nám výrazným spôsobom môže pomôcť modelovanie zásob POC. V súčasnosti je na sledovanie zmien v zásobách POC jedným z najviac využívaných modelov RothC model (Coleman a Jenkinson, 2005, Smith a kol., 2007, Van Wesemael a kol., 2010, Wust-Galley a kol., 2020). Na Slovensku sa RothC model úspešne aplikuje od roku 2007 (Barančíková a kol., 2010, Barančíková a kol., 2011, Barančíková a kol., 2012, Barančíková

a kol., 2013, Skalský a kol., 2020) a z uvedeného dôvodu sme sa rozhodli tento model využiť aj pri modelovaní zásob POC na PD Šuňava s ekologickým systémom hospodárenia. V prvej fáze riešenia, ktorá bola realizovaná pre obdobie 1970-2013, bola uskutočnená validácia modelu a v druhej fáze sme na základe pripravených manažérskych a klimatických scenárov v modelovom období 2013-2100 zrealizovali predikciu vývoja zásob POC.

MATERIÁL A METÓDY

Charakteristika územia

PD Šuňava sa nachádza v horskej výrobnnej oblasti a mierne chladnej klimatickej oblasti. Z pôdných typov sa na sledovanom území nachádzajú predovšetkým kambizeme so svojimi subtypmi, menej rendziny a fluvizme. V minulom období (rok 1970) rozloha OP a TTP na PD Šuňava bola takmer identická (Tabuľka 1). Ako je zrejmé z tabuľky 1 v roku 2013 rozloha OP výrazne klesla a TTP stúpla.

Tabuľka 1 Výmera OP a TTP v rokoch 1970 a 2013 (PD Šuňava)

Table 1 Area of cropland and grassland in period 1970-2013 on Cooperative farm Šuňava

	1970	2013
OP ¹ (ha)	626,66	292,3
TTP ² (ha)	651,84	986,2
OP+TTP (ha)	1278,5	1278,5
OP (%)	49	23
TTP (%)	51	77

¹OP – orná pôda/cropland, ²TTP - trvalý trávny porast/permanent grassland

Popis modelu ROTHC 26.3

Pre korektný priebeh použitia RothC modelu sú nevyhnutné tri skupiny vstupných údajov:

- klimatické údaje (priemerné mesačné hodnoty zrážok (mm), priemerná mesačná teplota vzduchu - T (°C) a mesačné hodnoty evapotranspirácie (mm))
- pôdne údaje (percento ílovej frakcie (<0,002 mm), hĺbka pôdy (cm), počiatočný stav pôdneho organického uhlíka (POC) v t C.ha⁻¹, inertný organický uhlík (IOM))
- údaje o využití pôdy a o hospodárení na pôde (pôdny pokryv, mesačný vstup uhlíka rastlinných zvyškov (t C.ha⁻¹), a z organického hnojenia (t C.ha⁻¹), faktor kvality rastlinných zvyškov (DPM/RPM pomer)

Ďalšie detaily RothC modelu sú uvedené v jednej z našich publikácií (Barančíková a kol., 2011) a podrobný popis práce RothC modelu na webovej stránke: (<http://www.rothamsted.bbsrc.ac.uk/aen/somnet/>).

Klimatické údaje

Vstupné klimatické parametre reprezentujú reálne priemerné mesačné hodnoty teploty, zrážok a evapotranspirácie za modelované obdobie 1970-2013. Pre modelový podnik Šuňava boli tieto údaje získané z meteorologickej stanice Poprad.

Pôdne parametre

Vstupné údaje pre model RothC predstavujú hodnoty pôdných parametrov výberových sond Komplexného prieskumu pôd (VS KPP), ktorý bol na území Slovenska realizovaný v rokoch 1965-1970. V hospodárskom obvode PD Šuňava na nachádza 11 VS KPP. Zásoba uhlíka (t C .ha⁻¹) v počiatočnom bode modelovania (rok 1970) bola vypočítaná podľa rovnice (1) z údajov o koncentráciách POC, ktoré boli získané z databázy KPP:

Počiatočná zásoba POC = POC × OH × H, (1)

kde POC je koncentrácia pôdneho organického uhlíka (%), OH je objemová hmotnosť (g.cm^{-3}) vypočítaná pedotransférovou funkciou podľa Makovníkovej (Makovníková a Širáň, 2014) a H je hĺbka pôdy (cm), v ktorej sú modelované zásoby POC a predstavuje 30 cm.

V roku 2013 boli na modelovom území odobraté pôdne vzorky, v ktorých bola stanovená aktuálna hodnota organického uhlíka. Namerané hodnoty zásob POC boli použité na verifikáciu modelu RothC na danom území.

Údaje o využití pôdy a o hospodárení na pôde

Ako bolo uvedené v tabuľke 1 výmera OP a TTP sa v priebehu obdobia 1970-2013 výrazne zmenila. Základným zdrojom údajov o hospodárení na pôde boli informácie získané formou dotazníkov, ktoré obsahovali údaje o pestovanej plodine, dosiahnutej úrode, druhu a dávke organického hnojenia a množstve zapracovaných pozberových zvyškov. Vstupy organického uhlíka boli vypočítané z údajov o plodinách za jednotlivé časové etapy a z použitého prepočítavacieho koeficientu uhlíka, ktorý je ovplyvnený výškou dosahovaných úrod a u niektorých plodín aj zapracovaním pozberových zvyškov pre konkrétnu plodinu podľa Bieleka, Jurčovej (Bielek a Jurčová, 2010). Vstupy z organického hnojenia boli rozvrhnuté podľa zistených údajov – podnikovej evidencie ku jednotlivým plodinám počas celého časového obdobia. Pre jednotlivé druhy organických hnojív boli použité prepočítavacie koeficienty podľa Bieleka, Jurčovej (Bielek a Jurčová, 2010).

Príprava klimatických scenárov pre prognózovanie vývoja zásob POC do roku 2100

Hodnotenie dôsledkov zmeny klímy je založené na emisných scenároch (Nakićenović a Swart, 2000), ktoré sú odvodené zo scenárov populačného rastu a ekonomického ako aj technologického vývoja. Scenár A2 predpokladá pokračujúci populačný rast, regionálne rozdielny ekonomický rast a pomalšie technologické zmeny. Scenár B1 popisuje konvergentný svet s rýchlou zmenou s dôrazom na služby a informačnú ekonomiku, so zavádzaním čistých a účinných technológií s dôrazom na globálne riešenia ekonomického, sociálneho a environmentálne trvalo udržateľného rozvoja. Zo všetkých emisných scenárov (SRES) sa predpokladajú najvyššie emisie podľa scenára A2 a najnižšie podľa scenára B1. Klimatické scenáre sú odvodené z emisných scenárov modelmi všeobecnej cirkulácie atmosféry. Z denných hodnôt klimatických prvkov a potenciálnej evapotranspirácie boli vypočítané požadované mesačné hodnoty teploty, zrážok a evapotranspirácie, ktoré predstavujú vstupné hodnoty klimatických parametrov pre RothC model.

Príprava manažérskych scenárov pre prognózovanie vývoja zásob POC do roku 2100

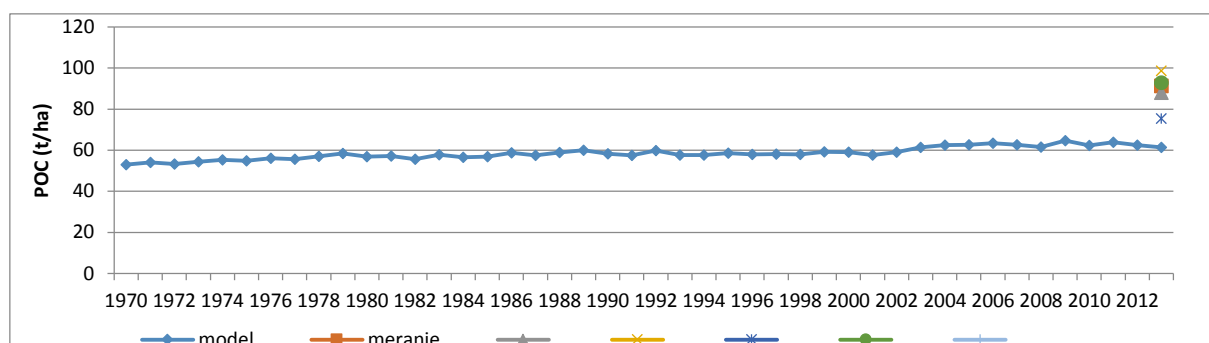
Východiskový manažérsky scenár predstavuje reálne hospodárenie, ktoré sa v súčasnosti používa. Následne bol vypracovaný aj optimálny manažérsky scenár, ktorý by zabezpečil čo najvyšší vstup organického uhlíka z rastlinných zvyškov a organického hnojenia. Našou snahou bolo vytvoriť taký sled plodín resp. striedanie plodín, ktorý by bol na danom území najvhodnejší a zároveň rešpektoval odporúčania multifunkčného osevného postupu (Kováč a kol., 2010), ktorý vyžaduje správny výber plodín, ich podiel a striedanie tak, aby sa zabezpečilo trvalo udržateľné hospodárenie na pôde.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

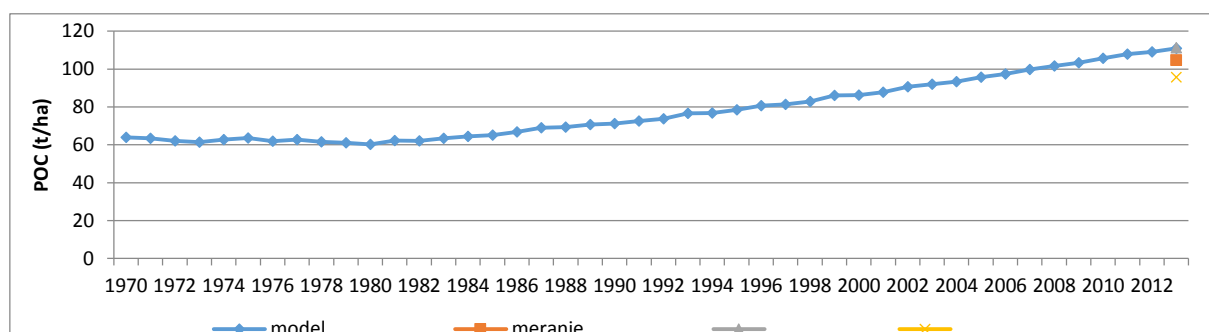
Modelovanie vývoja zásob POC v období rokov 1970 – 2013

Na obr. 1-3 je znázornený vývoj priemerných modelovaných hodnôt zásob POC na OP, TTP a pri konverzii z OP na TTP, ku ktorej došlo v priebehu sledovaného obdobia. Najmenší nárast zásob POC, bol zistený na OP (obr.1). Pri zmene využitia pôdy (OP/TTP) a TTP boli zistené podstatne vyššie zásoby POC v priebehu modelovaného obdobia (obr. 2-3), čo súvisí s výrazne vyššími vstupmi organického uhlíka predovšetkým z exkrementov voľne sa pasúcich zvierat na týchto lokalitách po roku 1990 (Tabuľka 2). Postupné zvyšovanie zásob POC od roku 1990,

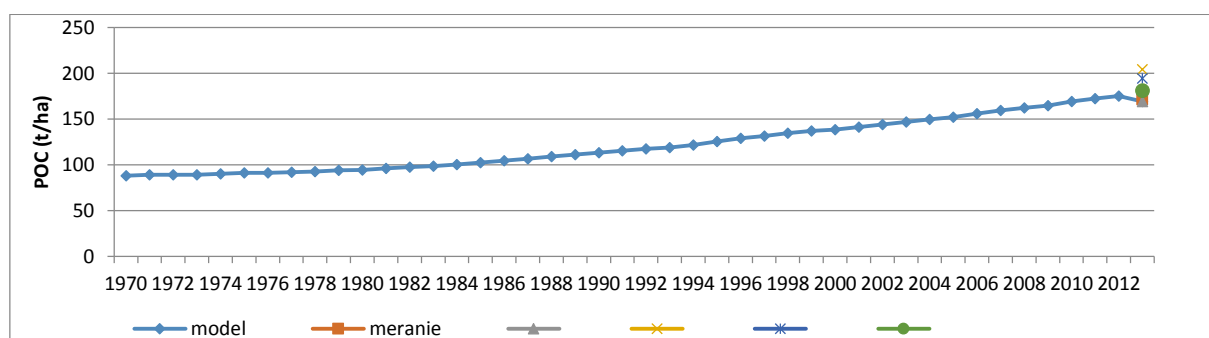
ako dôsledok výrazne vyšších vstupov organického uhlíka, je v súlade s literárnymi údajmi nakoľko Schulp a Verburg (2009), van Wesemael a kol. (2010) ako aj naše predchádzajúce práce (Barančíková a kol., 2010, Barančíková a kol., 2012) uvádzajú signifikantný vzťah medzi modelovanými zásobami POC a vstupom uhlíka do pôdy.



Obrázok 1 Vývoj priemerných modelovaných zásob POC ($\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$) a ich porovnanie s nameranými zásobami POC v priebehu modelovaného obdobia na OP PD Šuňava
Figure 1 Development of average modelled SOC stocks ($\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$) and their comparison with measured data during modelled period on cropland of Cooperative farm Šuňava



Obrázok 2. Vývoj priemerných modelovaných zásob POC ($\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$) a ich porovnanie s nameranými zásobami POC v priebehu modelovaného obdobia na OP/TTP PD Šuňava
Figure 2 Development of average modelled SOC stocks ($\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$) and their comparison with measured data during modelled period on conversion of cropland to grassland of Cooperative farm Šuňava



Obrázok 3 Vývoj priemerných modelovaných zásob POC ($\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$) a ich porovnanie s nameranými zásobami POC v priebehu modelovaného obdobia na TTP PD Šuňava
Figure 3 Development of average modelled SOC stocks ($\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$) and their comparison with measured data during modelled period on grassland of Cooperative farm Šuňava

Tabuľka 2 Priemerné ročné vstupy uhlíka (za desaťročie) z rastlinných zvyškov (RZ) a maštalného hnoja, resp. z exkrementov pasúcich sa zvierat (MH) na PD Šuňava

Table 2 Average year carbon inputs (for a decade) from plant residues (RZ) and manure/faeces grazing animals (MH) of agricultural land Cooperative farm Šuňava

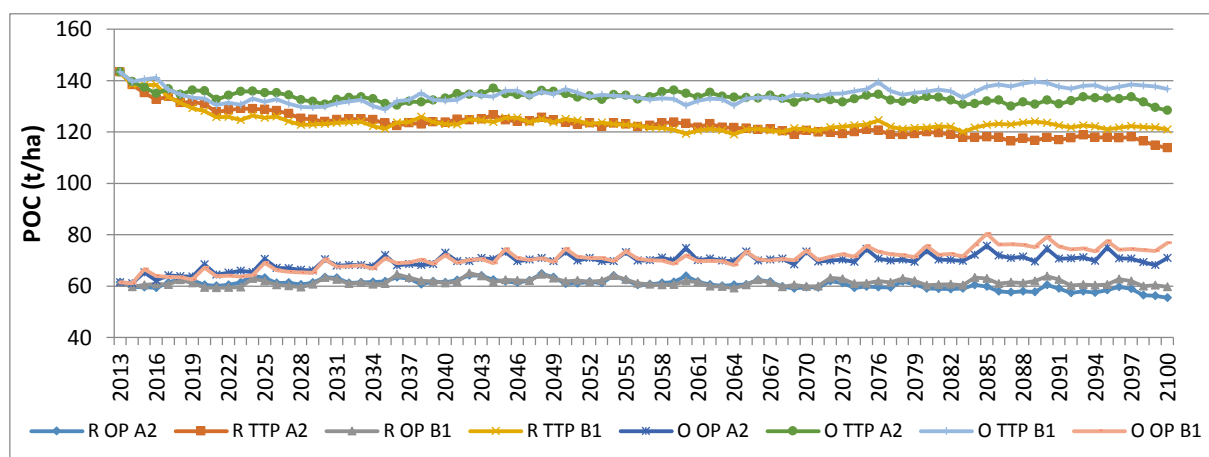
Desaťročie	OP		OP/TTP		TTP	
	RZ	MH	RZ	MH	RZ	MH
1970 - 1980	2,23	1,77	1,62	0,43	3,89	2,30
1981 - 1990	2,42	2,55	2,84	2,01	4,70	5,18
1991 - 2000	2,39	2,55	3,14	4,28	4,35	9,51
2001 - 2010	3,01	3,4	3,94	6,83	4,60	11,74
2011 - 2013	2,6	2,88	3,81	8,61	4,59	13,54
Priemer	2,44	2,63	3,07	4,43	4,43	8,46

Ako je zrejmé z obr. 1-3 modelované hodnoty zásob POC predovšetkým pri konverzii OP/TTP a TTP spadli do rozsahu nameraných hodnôt, na OP modelované hodnoty zásob POC boli o niečo nižšie ako namerané. Na základe získaných výsledkov môžeme konštatovať, že RothC model je vhodný na modelovanie zásob POC na tomto území.

Prognózovanie vývoja zásob POC v rokoch 2013-2100.

Prognózovanie zásob POC bolo realizované na základe dvoch manažérskych a dvoch klimatických scenárov. Manažérske scenáre sa líšia vo vstupoch organického uhlíka, pričom optimálny manažérsky scenár (O) predpokladá vyššie vstupy C oproti reálnemu hospodáreniu na pôde (R), ktoré sa na PD Šuňava používa v súčasnosti. Oba klimatické scenáre predpovedajú kolísavý charakter zrážok (dlhšie obdobia sucha sa striedajú s krátkymi ale prudkými privalovými dažďami), ale scenár A2 predpovedá predovšetkým v druhej polovici 21. storočia vyšší postupný nárast teplôt, v porovnaní s klimatickým scenárom B1.

Ako je zrejmé z obr. 4. na TTP v prvých rokoch modelovania pozorujeme mierny pokles a v ďalšom období následnú stabilizáciu zásob POC. Na TTP sa vyššie hodnoty zásob POC udržia pri aplikácii optimálneho hospodárenia a klimatického scenára B1 (O TTP B1).

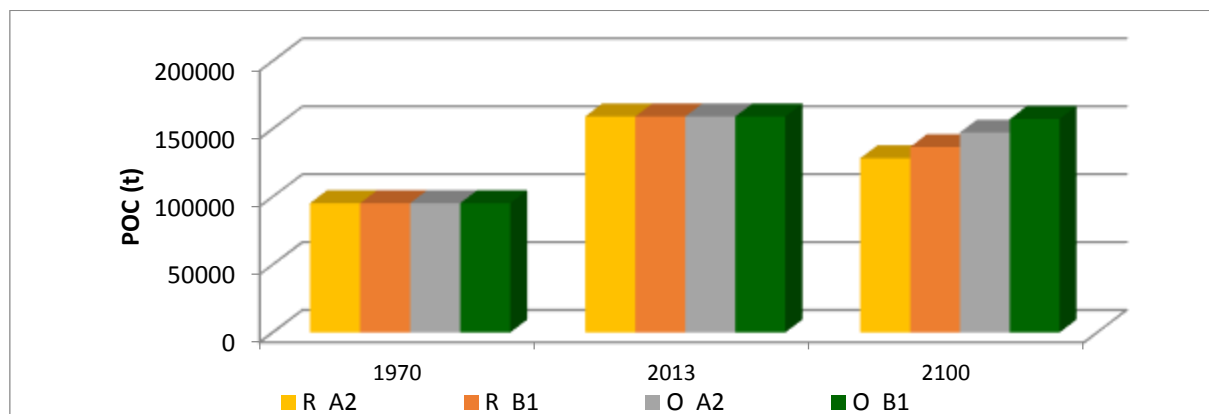


Obrázok 4 Vývoj modelovaných zásob POC ($t \cdot ha^{-1}$) pri reálnom (R) a optimálnom (O) manažérskom scenári a pri klimatickom scenári A2 a B1 na PD Šuňava

Figure 4 Development of modelled SOC stocks ($t \cdot ha^{-1}$) at real (R) and optimal (O) managerial scenario and at climatic scenario A2 and B1 at Cooperative farm Šuňava

V prípade scenára R TTP A2 zásoba POC na konci storočia bude klesať. Na OP postupný nárast zásob POC bude zabezpečený iba pri optimálnom hospodárení na pôde a klimatickom scenári B1 (O OP B1), pri súčasnom spôsobe hospodárenia, predovšetkým za predpokladu vyšších teplôt v budúcnosti (R OP A2), zásoba POC môže postupne klesať (Obr.4).

Ako je zrejmé z obr. 5, celkové zásoby POC na PD Šuňava výrazne vzrástli medzi rokmi 1970-2013, čo je spôsobené predovšetkým výraznou zmenou v spôsobe využitia pôdy (konverzia veľkej plochy OP na TTP).



Obrázok 5 Vývoj celkových zásob POC (t) na poľnohospodárskych pôdach PD Šuňava pri reálnom (R) a optimálnom (O) manažerskom scenári a pri klimatických scenároch A2 a B1

Figure 5 Development of total SOC stocks (t) at real (R) and optimal (O) managerial scenario and at climatic scenario A2 and B1 at Cooperative farm Šuňava

Pokiaľ zastúpenie OP a TTP na tomto území bolo v roku 1970 približne rovnaké, v priebehu viac ako 40 rokov sa výrazne znížilo zastúpenie orných pôd v dôsledku zatrávnenia a v súčasnom období predstavujú orné pôdy iba 23 a TTP 77% (Tabuľka 1). Podstatne vyššie vstupy uhlíka na TTP a pri konverzii OP na TTP sa podieľajú na prudkom náraste zásob POC medzi rokmi 1970-2013. Model RothC naznačuje, že pri rovnakej výmere poľnohospodárskej pôdy a jej rovnakom využití aj v budúcnosti, a pri súčasnom hospodárení môžeme očakávať mierny pokles zásob POC (R A2). Súčasný stav úrovne POC sa zachová iba pri optimálnom hospodárení na pôde za predpokladu miernejšieho nárastu teplôt (O B1) v budúcom období (Obr. 5). Nárast zásob na tomto území by bolo možné dosiahnuť iba ďalším zatrávnením orných pôd, ako to naznačujú naše výsledky (obr. 2).

ZÁVER

Ako ukázali získané výsledky, RothC model je vhodný na modelovanie zásob POC na poľnohospodárskych pôdach PD Šuňava. Pri prognózovaní vývoja zásob POC na danom území bolo jasne ukázané, že zásoba POC je vo veľkej miere ovplyvnená využitím a hospodárením na pôde, ale aj klimatickými parametrami, predovšetkým nárastom teplôt v dôsledku akcelerácie klimatickej zmeny.

POĎAKOVANIE

Táto práca bola podporená Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. APVV-14-0087. Táto publikácia vznikla tiež vďaka podpore v rámci Operačného programu Integrovaná infraštruktúra pre projekt: „Údajová a vedomostná podpora pre systémy rozhodovania a strategického plánovania v oblasti adaptácie poľnohospodárskej krajiny na klimatické zmeny a minimalizáciu degradácie poľnohospodárskych pôd“ (kód ITMS2014+ 313011W580), spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

LITERATÚRA

- BANWART, S.A., BLACK, H., CAI, Z., GICHERU, P.T., JOOSTEN, H., VICTORIA, R.L., MILNE, E., NOELLEMEYER, E., PASCUAL, U. 2015. The global challenge for soil carbon. In: BANWART, S.A., NOELLEMEYER, E., MILNE, E.(eds.). *Soil Carbon*. Scope Series volume 71, Cabi International, Boston, ISBN-13: 978 1 78064 532 2.
- BARANČIKOVÁ, G., HALAS, J., GUTTEKOVÁ, G., MOKOVNÍKOVÁ, J., NOVÁKOVÁ, M., SKALSKÝ, R., TARASOVIČOVÁ, Z. 2010. Application of RothC model to predict soil organic carbon stock on agricultural soils of Slovakia. *Soil & Water Research*, 5, 1-9.
- BARANČIKOVÁ, G., GUTTEKOVÁ, M., HALAS, J., KOCO, Š., MAKOVNÍKOVÁ, J., NOVÁKOVÁ, M., SKALSKÝ, R., TARASOVIČOVÁ, Z., VILČEK, J. 2011. *Pôdny organický uhlík v poľnohospodárskej krajine – modelovanie zmien v priestore a čase*. Výskumný ústav pôdoznavectva a ochrany pôdy, Bratislava, 85 s.
- BARANČIKOVÁ, G., MAKOVNÍKOVÁ, J., SKALSKÝ, R., TARASOVIČOVÁ, Z., NOVÁKOVÁ, M., HALAS, J., GUTTEKOVÁ, M., KOCO, Š. 2012. Simulation of Soil Organic Carbon Changes in Slovak Arable Land and their Environmental Aspects. *Soil & Water Research*, 7, 45-51.
- BARANČIKOVÁ, G., MAKOVNÍKOVÁ, J., SKALSKÝ, R., TARASOVIČOVÁ, Z., NOVÁKOVÁ, M., HALAS, J., KOCO, Š., GUTTEKOVÁ, M. 2013. Changes in organic carbon pool in agricultural soils and its different development in individual agro-climatic regions of Slovakia. *Agriculture*, 59, 9-20.
- BERTI, A., MORARI, F., DAL FERRO, N., SIMONETTI, G., POLESE, R. 2016. Organic input quality is more important than its quantity: C turnover coefficients in different cropping systems. *European Journal of Soil Agronomy*, 77, 138-145.
- BIELEK, P., JURČOVÁ, O. 2010. *Metodika bilancie pôdnej organickej hmoty a stanovenia potreby organického hnojenia poľnohospodárskych pôd*. Bratislava : Výskumný ústav pôdoznavectva a ochrany pôdy, 2010. 145 s.
- CAMPBELL, E.E., PAUSTIAN, K. 2015. Current developments in soil organic matter modeling and the expansion of model applications: a review. *Environmental Research Letters*, 10. DOI: 10.1088/1748-9326/10/12/123004.
- COLEMAN, K., JENKINSON, D.S. 2005. ROTHC-26.3 A model for the turnover of carbon in soil. *Model description and windows users guide*, November 1999 issue (modified April, 2005), 45 s. http://www.rothamsted.bbsrc.ac.uk/aen/carbon/mod26_3_win.pdf
- CHEVALLIER, T., HAMDİ, S., GALLALI, T., BRAHIM, N., CARDINEL, R., BOUNOUARA, Z., Cournac, L., CHENU, C., BERNOUX, M. 2016. Soil carbon as an indicator of Mediterranean soil quality. In: *The Mediterranean Region under Climate Change: A scientific update*, Sub-chapter 3.5.3., Marseille, 627-636.
- JANZEN, H.H. 2006. The soil carbon dilemma: shall we hoard it or use it. *Soil Biology and Biochemistry*, 38, 419-424.
- KOVÁČ, K., NOZDROVICKÝ, L., MACÁK, M. 2010. *Minimalizačné a pôdoochranné technológie*. Agroinštitút Nitra, Nitra, 2010, 142 s.
- KUNLANIT, B., BUTNAN, S., VITYAKON, P. 2019. Land-use changes influencing C sequestration and quality in topsoil and subsoil. *Agronomy*, 9, 520. DOI: 10.3390/agronomy9090520
- MAKOVNÍKOVÁ, J., ŠIRÁŇ, M. 2011. *Modelovanie rovnovážnej objemovej hmotnosti pôdy*. VUPOP Bratislava, 36 s.
- NAKICENOVIC, N., SWART, R. (eds.), 2000. *Special Report on Emissions Scenarios*. A Special Report of Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge. 599 s.
- POEPLAU, C., DON, A., 2015. Carbon sequestration in agricultural soils via cultivation of cover crops- A meta-analysis, *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 200, 33-41.
- SCHULP, C.J.E., VERBURG, P.H. 2009. Effect of land use history and site factors on spatial variation of soil organic carbon across a physiographic region, *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 133, 86-97
- SKALSKÝ, R., KOCO, Š., BARANČIKOVÁ, G., TARASOVIČOVÁ, Z., HALAS, J., KOLEDA, P., MAKOVNÍKOVÁ, J., GUTTEKOVÁ, M., TOBIAŠOVÁ, E., GÖMÖRYOVÁ, E., TAKÁČ, J.

2020. Land cover and land use change-driven dynamics of soil organic carbon in North-east Slovakian croplands and grasslands between 1970 and 2013. *Ekológia*, 39, 159-173.
- SMITH, J., SMITH, P., WATTENBACH, M., GOTTSCHALK, P., ROMANENKOV, V.A., ŠEVCOVA, L.K., SIROTENKO, O.D., RUKHOVIČ, D.I., KOROLEVA, P.V., ROMANENKO, I.A., LISOVOJ, N.V. 2007. Projected changes in the organic carbon stocks of cropland mineral soils of European Russia and the Ukraine 1990-2070, *Global Change Biology* 3, 342-356.
- VAN WESEMAEL, B., PAUSTIAN, K., MEERSMANS, J., GOIDTS, E., BARANČÍKOVÁ, G., EASTER, M. 2010. Agricultural management explains historic changes in regional soil carbon stocks, *PNAS*, 107, 14926-14930
- VALKAMA, E., KUNYPIYAEVA, G., ZHAPAYEV, R., KRABAYEV, M., ZHUSUPBEKOV, E., PREGO, A., SCHILLACI, C., SACCO, D., MORETTI, B., GRIGNANI, C., ACUTIS, M. 2020. Can conservation agriculture increase soil carbon sequestration? A modelling approach. *Geoderma*, 369, article number 114298.
- WEBB, J., BELLAMY, P., LOVELAND, P.J., GOODLASS, G. 2003. Crop residue returns and equilibrium soil organic carbon in England and Wales. *Soil Science Society of America Journal*, 67, 928-936
- WUST-GALLEY, C., KEEL, S.G., LEIFELD, J., 2020: *A model-based carbon inventory for Switzerland's mineral agricultural soil using RothC*. Agroscope Science, č. 105, Zurich, 110 s.

Optimalizácia trávnych porastov minimalizačnými technológiami

Optimization of grassland by minimizing technologies

Zuzana Kováčiková, Vladimíra Vargová

NPPC-Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva, Mládežnícka 36, 974 21 Banská Bystrica, Slovenská republika, E-mail: zuzana.kovacikova@nppc.sk

ABSTRACT

The aim of the study was to improve the grassland by seeding of multi-component grass/clover mixtures and by mechanical aeration of grassland sod, to increase its quantitative and qualitative parameters. The research was carried out at the Suchý Vrch site (near Banská Bystrica), altitude 460 m. The experiment consisted of 7 treatments: the original grassland, the treatments treated with VREDO and PNEUMATICBOX sowers as mechanical aeration. Grassland swards were cut three times a growing period. The type of soil is Cambisol with an initial pH 4.78. Over-seeding and mechanical aeration of grassland had an impact on the increase of dry matter production and enhancement of concentration of crude protein. The influence of the pratotechnical interventions was also reflected in the increase of pH values and the concentrations of other elements in the soil.

KEYWORDS: botanical composition, nutrient content, nutritional value of phytomass, mechanical aeration of grassland sod, over-seeding

ÚVOD

Dôvodom uplatnenia minimalizačných technológií je dlhoročné nevyužívanie trávnych porastov, alebo len niekoľkoročné mulčovanie. Nahromadená fytomasa zhoršuje druhové zloženie, preto je potrebné tieto porasty vertikutovať a následne zlepšovať prísevmi. Význam prísevov neustále narastá, pretože súvisí so zvyšovaním druhovej diverzity a s trvalo udržateľným hospodárením. Technológiu prísevov je vhodné použiť na stanovištiach, kde je obnova trávnych porastov problematická z ekologických aj pratotechnických dôvodov. Ide hlavne o svahovité pozemky a pozemky s plytkou orničnou vrstvou, kde by sme klasickou orbou spôsobili veľkú eróziu a vyorali množstvo kamenia. Touto technológiou viac alebo menej narúšame trávnu mačinu pôvodného porastu. Súčasne prísevom dodáme vhodné druhy tráv a d'atelinovín do pôvodných trávnych porastov. Cieľom je vytvoriť produkčnejší a kvalitnejší porast na danom stanovišti s dlhodobým efektom pri nízkych finančných vstupoch. Uvedené zabezpečíme zvýšeným zastúpením kvalitných trávnych druhov a d'atelinovín s vyšším obsahom energie. Prínosom je aj zníženie erózie a zmyvu pôdy na svahoch, prísevom d'atelinovín zvýšime fixáciu biologického N a znížime náklady na renováciu trávnych porastov. Cieľom vertikutácie je vertikálne prerezať a prečesať splstnatený trávny porast. Zásah sa robí pri nahromadení plsti v hrúbke vyše 10 mm. Presekávajú sa nadzemné výbežky, čím sa rozruší splstnatenie, prípadne zamachovanie, vyčesáva sa odumretá nadzemná fytomasa a súčasne sa jemne nakypri najvrchnejšia vrstva pôdy (NOVÁK, 2008). Pri vertikutácii sú vytrhávané a dozadu odhadzované hrubé časti splstnatej mačiny. Nesmú byť pritom poškodené vegetačné orgány tráv, avšak nadzemné výbežky listových ružíc burín by mali byť odstraňované. Utlačená mačina silno obmedzuje cirkuláciu vzduchu a jeho prenikanie ku koreňom spolu so živinami, zasakovanie zrážkovej vody, bráni odnožovaniu. Nemenej významná úloha vertikutácie je zvýšenie prívodu svetla k odnožovacej zóne a podpora rastu. Nedostatok kyslíka a anaeróbne prostredie v mačine vedie k zmene chemických vlastností pôdy, najmä k zníženiu pH. Dôsledkom je spomalenie rastu koreňov a intenzity mikrobiálnej činnosti. Vhodným termínom pre zrealizovanie vertikutácie je skorá jar (apríl–máj) alebo neskoré leto (august–september),

keď trávy do jesene dokážu ešte zregenerovať, nie však neskoro v jeseni alebo pri zamrznutej pôde. Po vertikutácii je trávny porast opäť schopný prijímať v dostatočnej miere vzduch, vodu a živiny, podporí sa odnožovanie tráv a trávny porast sa zmladí (HOLÚBEK *et al.*, 2007; HRABĚ *et al.*, 2008).

MATERIÁL A METÓDY

Úloha sa riešila v rokoch 2016 až 2018 na stanovišti Suchý Vrch, časť Radvaň. Pôvodne sa plochy stanovišťa využívali ako oráčina, po zatrávnení na kosenie a pastvu. Vývoj terajšieho TTP prebiehal na stanovišti 40 - 50 rokov, v priebehu ktorých sa vyvinulo spoločenstvo s dominanciou *Trisetum flavescens*. Na základe druhového zloženia ich možno zaradiť do zväzu *Arrhenatherion*. Suchý vrch sa nachádza v nadmorskej výške 460 m n. m. Oblasť patrí do regiónu Kremnických a Starohorských vrchov a je zaradená do klimatickej oblasti mierne teplej. Priemerná teplota za vegetáciu bola 15,43 °C. Úhrn zrážok za vegetačné obdobie je 466 mm. Pôdny typ je kambizem, pôdny druh hlinitá až hlinito piesočnatá pôda. Prezentované výsledky predstavujú pokus, pri ktorom sa sledovalo uplatnenie bezorbovej sejačky VREDO a pneumatickej sejačky PNEUMATICBOX so svahovou dostupnosťou do 30 ° (Tabuľka 1). Sledovali sa kvantitatívne a kvalitatívne parametre prisievaných a vertikutovaných trávnych porastov.

Tabuľka 1 Variantné riešenie

Table 1 Treatments

Variant ¹	Popis variantov ²	
1	Pôvodný porast ³	
2	sejačka ⁴ VREDO	Porast vertikutovaný ⁵
3		Porast prisievaný ⁶ – lúčna miešanka ⁷
4		Porast prisievaný – pasienková miešanka ⁸
5	sejačka PNEUMATICBOX	Porast vertikutovaný ⁵
6		Porast prisievaný ⁶ – lúčna miešanka ⁷
7		Porast prisievaný – pasienková miešanka ⁸

¹ Treatment, ²Description of treatments, ³Original grass, ⁴Sower, ⁵Scarifyin grassland, ⁶Oversown grassland, ⁷Meadow grass/legume mixture, ⁸Pasture grass/legume mixture

Pokus bol založený v roku 2016 metódou dlhých pásov v štyroch opakovaniach s veľkosťou pokusnej plochy 380 m² (38 x 10 m). Veľkosť jedného bloku bola 5 x 10 m pri sejačke VREDO a pri prstovej sejačke PNEUMATICBOX veľkosť 6 x 10 m. Skoro na jar sa realizovala vertikutácia a prísev s výsevom 20 kg.ha⁻¹ pri lúčnej miešanke (ďatelina plazivá *Rivendel* 10 %, lucerna siata *Zuzana* 10 %, reznáčka laločnatá *Niva* 15 %, mätonoh trváci *Mustang* 15 %, lipnica lúčna *Balin* 10 %, kostrava červená *Ferota* 15 %, timotejka lúčna *Lema* 15 %, ovsík vyvýšený *Median* 10 %) a aj pri pasienkovej miešanke (ďatelina plazivá *Rivendel* 10 %, reznáčka laločnatá *Niva* 15 %, mätonoh trváci *Mustang* 15 %, lipnica lúčna *Balin* 20 %, kostrava lúčna *Levočská* 10 %, kostrava červená *Ferota* 15 %, timotejka lúčna *Lema* 15 %). Termíny kosieb: 1. kosba – začiatok odnožovania (pri pasienkovej miešanke) resp. klasenia (pri lúčnej miešanke) prevládajúcich druhov tráv, 2. kosba 6 – 8 týždňov po prvej kosbe a 3. kosba 8 – 10 týždňov po druhej kosbe a pri pasienkovej miešanke 6 – 8 týždňov po tretej kosbe. Po skosení variantov sa odobrala priemerná vzorka zelenej fytomasy (cca 500 g) na stanovenie produkcie sušiny. Na jeseň roku 2018 (hlbka 0 – 150 mm) sa odobrali pôdne vzorky na chemické analýzy. Z odobratých priemerných vzoriek sa stanovili pH/KCl, humus, dusík, fosfor, draslík, horčík a pomer C/N. Rozbor pôd sa robil podľa Vyhlášky MPRV SR Zz.č.151/2016, ktorou sa ustanovujú podrobnosti o agrochemickom skúšaní pôd a o skladovaní a používaní hnojív. Získané výsledky boli spracované štatistickou metódou analýzy variancie

ANOVA prostredníctvom Tukeyovho testu na hladine významnosti 0,05. Analýzy boli vykonané použitím programu STATGRAPHIC.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Podľa agrochemických rozborov pôdy, ktoré sa vykonali na začiatku sledovaného obdobia, možno konštatovať, že pôdna reakcia silne kyslá. Hodnota pH (KCl) bola na úrovni 4,78 s obsahom humusu 53,62 g.kg⁻¹, čo charakterizuje pôdu ako veľmi málo zásobenú humusom. Koncentrácia dusíka bola veľmi vysoká 5,69 g.kg⁻¹. Zásoba fosforu v pôde bola nízka (0,94 mg.kg⁻¹). Koncentrácia draslíka v pôde bola na vyhovujúcej úrovni (131,01 mg.kg⁻¹) a na veľmi vysokej úrovni bola hodnotená aj koncentrácia horčíka (483,78 mg.kg⁻¹). Pôdy pod trávnyimi porastmi obsahujú v podhorských a horských oblastiach Slovenska spravidla nadbytok horčíka (NOVÁK, 2008). Na konci sledovaného obdobia sa hodnoty pH pôdy oproti prvému roku výrazne zvýšili pri všetkých sledovaných variantoch (Tabuľka 2).. Hodnoty pH sa nachádzali v rozpätí 5,41 (var.1) do 6,12 (var. 2). Najvýraznejšie sa zvýšila hodnota pôdnej reakcie (o hodnotu 1,34) na variante, ktorý bol vertikutovaný sejačkou VREDO (var. 2). Pri prisievaných porastoch, bez rozdielu na typ miešanky, bolo výraznejšie zvýšenie pH na porastoch prisievaných sejačkou PNEUMATICBOX. RUŽIČKOVÁ a KALIVODA (2007) konštatujú, že zmeny v agrochemických vlastnostiach pôdy vznikajú zmenou využívania a druhového zloženia

Tabuľka 2 Agrochemický rozbor pôdy, jeseň 2018 (hĺbka 0-150 mm)

Table 2 Agrochemical soil analysis, autumn 2018 (depth 0-150 mm)

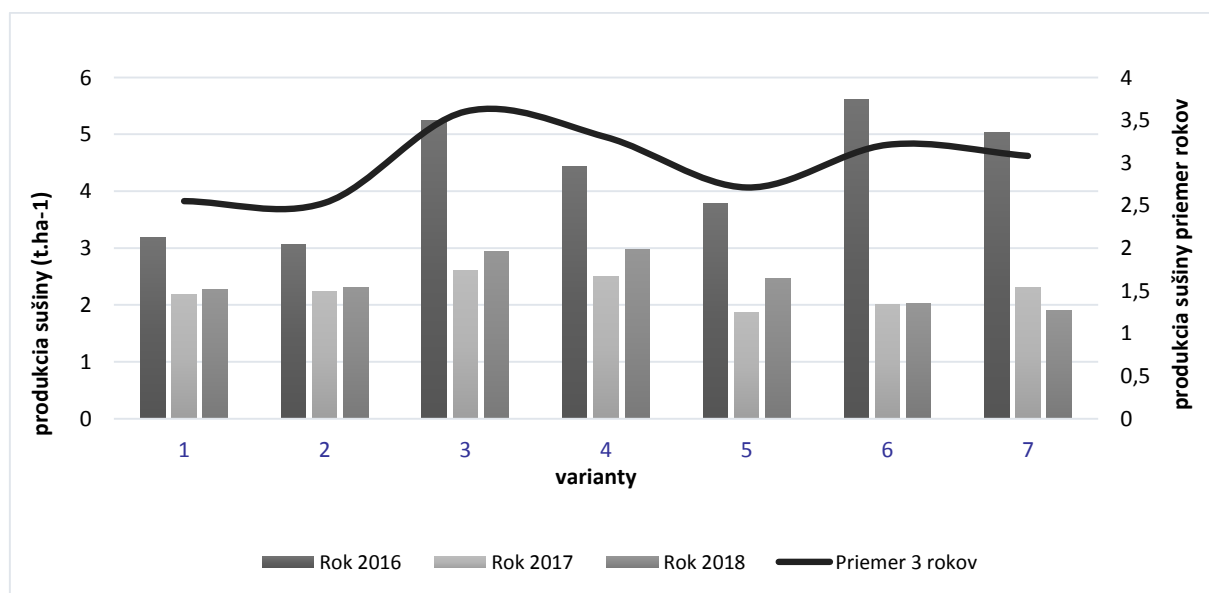
Var. ¹	pH/ KCl ²	C _{ox} ³	Humus ⁴	N	P	K	Mg	C:N
		g.kg ⁻¹			mg.kg ⁻¹			
1	5,41	30,80	53,10	3,07	1,34	136,47	778,41	10,03
2	6,12	35,60	61,37	2,94	1,26	158,13	1062,11	12,10
3	5,26	42,80	73,79	4,27	1,52	171,98	940,06	10,02
4	5,40	31,70	54,65	3,05	1,55	165,11	975,42	10,39
5	5,48	35,30	60,86	2,83	1,25	147,44	1018,83	12,47
6	5,71	39,50	68,10	2,80	1,08	165,11	994,57	14,10
7	5,71	33,50	57,75	2,81	1,18	147,44	860,45	11,92

¹Treatments, ²Exchangable pH, ³Oxidizable carbon content, ⁴Organic matter content

Jednoznačne možno ale konštatovať, že ošetrovanie porastov malo pozitívny vplyv na zvýšenie hodnôt pH. Vyššie hodnoty oproti prvému odberu sme zaznamenali aj pri obsahu C_{ox} a humusu na všetkých obhospodarovných variantoch. Výnimku predstavuje len pôvodný porast, kde hodnoty ostali takmer na rovnakej úrovni ako na začiatku sledovania. Najvýraznejšie zvýšenie humusu (dobrá zásoba) ako aj pri obsahu C_{ox} sme zaznamenali na variantoch prisievaných lúčnou miešankou pri obidvoch typoch sejačky. Obsah dusíka sa oproti prvému odberu znížil na všetkých variantoch, napriek tomu bola jeho zásoba v pôde vysoká. Najvýraznejšie zníženie sme zaznamenali na variantoch ošetrovaných sejačkou PNEUMATICBOX (zníženie o hodnotu 2,86 až 2,89 g.kg⁻¹). Pri porastoch ošetrovaných sejačkou VREDO bola najnižšia koncentrácia dusíka (2,94 g.kg⁻¹) na vertikutovanom poraste (var. 2). Porast vertikutovaný a prisievaný sejačkou VREDO mal vyššie hodnoty fosforu ako porasty ošetrované sejačkou PNEUMATICBOX (Tabuľka 2). Hodnoty sa pohybovali v rozpätí od 1,26 do 1,55 mg.kg⁻¹. Koncentrácia draslíka v pôde sa zvýšila na všetkých sledovaných variantoch. Vyššie hodnoty mali porasty opäť ošetrované sejačkou VREDO (od 158,13 do 171,98 mg.kg⁻¹). Veľmi výrazne zvýšenie sme zaznamenali pri obsahu horčíka v pôde. Vertikutované porasty sejačkami mali

hodnoty horčika až na úrovni 1062,11 a 1018,83 mg.kg⁻¹. Naše pôdy sú však dobre zásobené horčíkom, ako uvádzajú KOBZA a GÁBORÍK (2010).

Presvetľovacia kosba v roku 2016 mala nízku produkciu sušiny 1,08 t.ha⁻¹. Pratotechnické zásahy realizované v prvom roku sa výrazne prejavili na produkcii sušiny. Produkcia sa zvyšovala na všetkých prisievaných variantoch a znižovala na vertikutovaných voči kontrole (Obrázok 1). Najvyššia produkcia sušiny v priebehu roka bola zaznamenaná na variantoch prisievaných lúčnou zmesou, variant 3 produkcia sušiny 5,24 t.ha⁻¹ a variant 6 produkcia sušiny na úrovni 5,61 t.ha⁻¹. Pri prisievaných porastoch pasienkovou zmesou sme nižšiu produkciu sušiny zaznamenali na poraste prisievanom sejačkou VREDO (4,44 t.ha⁻¹). Porasty, ktoré boli ošetrované len vertikutáciou mali produkciu sušiny na úrovni 3,06 a 3,79 t.ha⁻¹. V roku 2017 sa v porovnaní s prvým sledovaným rokom znížila produkcia sušiny na všetkých sledovaných variantoch. Produkcia sušiny bola na hranici 2 t.ha⁻¹. Nízka produkcia sušiny bola zapríčinená aj nerovnomerným rozložením zrážok a vysokými teplotami v priebehu vegetačného obdobia. V mesiaci máj sme zaznamenali úhrn zrážok len na úrovni 35 mm a v mesiacoch jún a august boli priemerné mesačné teploty vzduchu na úrovni 19,4 a 20,0 °C. Najnižšiu produkciu sušiny v roku 2017 dosiahol variant vertikutovaný sejačkou PNEUMATICBOX (1,87 t.ha⁻¹). Pri porovnaní prisievaných porastov dosiahli vyššiu produkciu sušiny porasty prisievané sejačkou VREDO. Najvýraznejšie zníženie produkcie sušiny (o 3,60 t.ha⁻¹) došlo na poraste prisievanom lúčnou zmesou sejačkou PNEUMATICBOX. Rok 2018 bol zrážkovo podpriemerným a teplotne nadpriemerným rokom. Autori JANČOVIČ (1999) a VOZÁR *et al.* (2004) uvádzajú, že je možné v priebehu rokov na nehnosenom trávnom poraste sledovať postupné zvyšovanie úrod, ktoré je podmienené hlavne atmosférickými zrážkami a vysokým podielom leguminóz. Celkové množstvo fytomasy je však determinované priebehom počasia, druhovým zložením porastu a spôsobom využívania. Sezónny rastový rytmus závisí aj od zmien teplôt a zrážok počas vegetačnej doby. Čas, kedy rast začína a končí je podmienený aj geografickou polohou stanovišťa.



Obrázok 1 Produkcia sušiny, roky 2016 – 2018

Figure 1 Dry matter yields, years 2016 – 2018

Priebeh agroklimatických faktorov sa výrazne prejavil na produkcii sušiny. NOVÁK (2006) uvádza, že produktivita trávnych porastov klesá s rastúcou nadmorskou výškou a súčasne s klesajúcou teplotou a dĺžkou vegetačnej doby. Produkcia sušiny trávneho porastu je závislá aj od distribúcie a spôsobu využitia asimilátov medzi nadzemnou a podzemnou časťou trávneho

porastu, pričom je potrebné zohľadniť úbytok sušiny v procese respirácie (SKLÁDANKA *et al.*, 2014). Najvyššia produkcia sušiny bola opäť v prvej kosbe. Prisievané porasty sejačkou VREDO dosiahli vyššiu produkciu sušiny v porovnaní s druhým typom sejačky. Produkcia sušiny bola na úrovni 2,94 a 2,98 t.ha⁻¹. Pri vertikutovaných porastoch mal vyššiu produkciu sušiny (2,46 t.ha⁻¹) variant 5 - sejačka PNEUMATICBOX. V priemere troch sledovaných rokov možno konštatovať, že obidve minimalizačné technológie - prísev a aj vertikutácia mali vplyv na zvýšenie produkciu sušiny (Obrázok 1). Prisievané porasty dosiahli vyššiu produkciu sušiny ako pôvodný porast. Pri porovnaní jednotlivých typov sejačiek, porasty prisievané sejačkou VREDO mali vyššiu produkciu sušiny. Porasty prisievané lúčnou zmesou mali produkciu na úrovni 3,60 t.ha⁻¹ (sejačka VREDO) a 3,21 t.ha⁻¹ (sejačka PNEUMATICBOX). Porasty prisievané pasienkovou zmesou mali produkciu sušiny nižšiu. Pri porovnaní porastov ošetrovaných vertikutáciou, nižšiu produkciu sušiny dosiahol porast ošetrovaný sejačkou VREDO (2,53 t.ha⁻¹). Rok a kosba štatisticky preukazne ($P < 0,05$) ovplyvňovali produkciu sušiny (tabuľka 3). Potvrdil sa signifikantný vplyv prvej kosby a roku 2016 na produkciu sušiny.

Tabuľka 3 Vplyv kosby a rokov na produkciu sušiny (t.ha⁻¹)

Table 3 Effects of the cutting and the years on dry matter production (t.ha⁻¹)

Rok ¹	Priemer ²	Kosba ³	Priemer
2016	1,49 ^b	1	1,25 ^b
2017	0,74 ^a	2	1,06 ^{ab}
2018	0,80 ^a	3	0,73 ^a

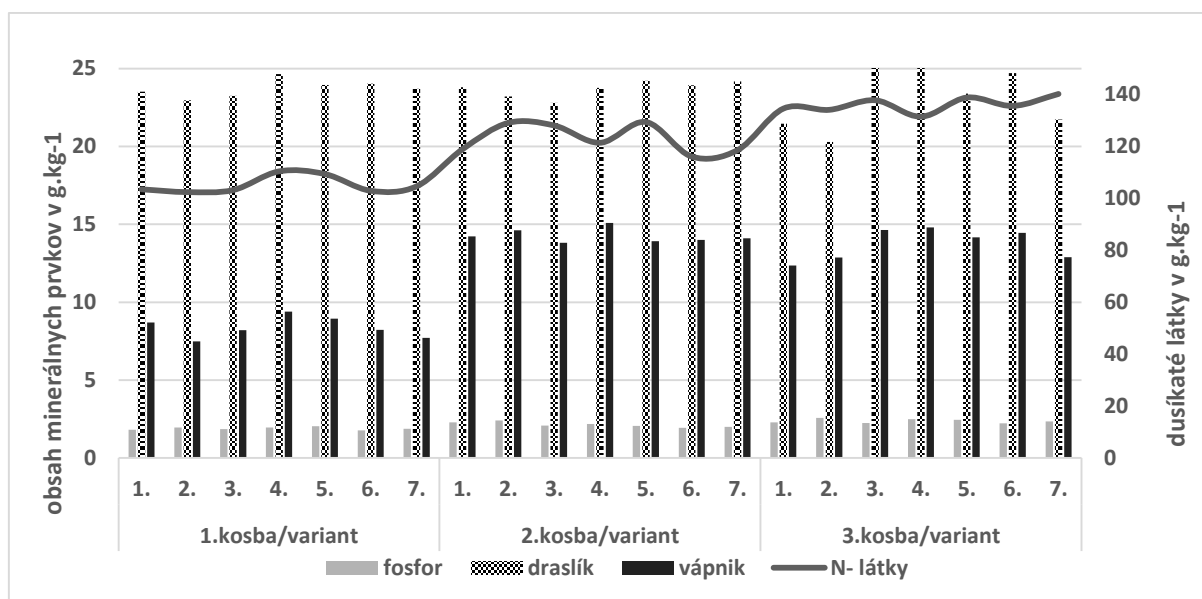
Rozdielne indexy znamenajú štatisticky preukazné rozdiely medzi úrovňami faktorov (Tukey *t*-test, $P = 0,05$)

Different letters in superscript mean there are significances among factors

¹Year, ²Average, ³Cut

Obsah organických a minerálnych látok v sušine v priemere kosieb a rokov 2016 – 2018 uvádza obrázok 1. Najvyšší obsah dusíkatých látok sme zaznamenali na variante s pasienkovou miešankou prisievanom sejačkou VREDO (110,42 g.kg⁻¹). Porasty prisievané sejačkou PNEUMATICBOX mali obsah N-látok na úrovni 102,93 až 104,65 g.kg⁻¹. Porast vertikutovaný sejačkou VREDO mal koncentráciu N-látok (120,43 g.kg⁻¹) nižšiu ako porast vertikutovaný prstovou sejačkou. V druhej kosbe sa obsah dusíkatých látok zvýšil na všetkých sledovaných variantoch. Najvýraznejšie zvýšenie nastalo na variante prisievanom lúčnou miešankou sejačkou VREDO (z 103,22 na 128,09 g.kg⁻¹) a na variante vertikutovanom sejačkou PNEUMATICBOX (z 109,38 na 129,42 g.kg⁻¹). Zvýšenie koncentrácie NL sme zaznamenali aj v tretej kosbe. Obsah dusíkatých látok prevyšoval hranicu až 130 g.kg⁻¹ sušiny, a to je krm vhodný aj pre produkčné dojnice. Porast prisievaný pasienkovou miešankou sejačkou PNEUMATICBOX dosiahol najvyšší obsah N-látok v porovnaní s ostatnými variantmi (140,24 g.kg⁻¹). Porasty vertikutované sejačkami mali v priemere rokov a kosieb vyšší obsah fosforu ako prisievané varianty. Ku koncu vegetácie sa zvýšila koncentrácia fosforu aj na porastoch, ktoré boli prisievané sejačkou PNEUMATICBOX. Obsah fosforu kolísal v rozmedzí 2,23 až 2,35 g.kg⁻¹. Stále aj tak trval deficitný obsah na všetkých variantoch. Pri hodnotení koncentrácie draslíka v sušine boli najvyššie hodnoty zaznamenané v tretej kosbe na prisievaných porastoch sejačkou VREDO. Hodnoty sa pohybovali v rozpätí 26,05 až 26,70 g.kg⁻¹ sušiny. Na ďalších variantoch došlo k zníženiu ku koncu vegetácie. Na vertikutovanom poraste sejačkou VREDO bola hodnota 20,30 g.kg⁻¹ sušiny. Obsah vápnika sa zvýšil v tretích kosbách. Najvýraznejšie zvýšenie v priemere rokov a kosieb nastalo na variante 3. Hodnotu draslíka 15,10 g.kg⁻¹ sušiny sme zaznamenali v druhej kosbe na variante prisievanom pasienkovou zmesou bezorbovou sejačkou. Na ostatných variantoch sa obsah vápnika v druhej kosbe pohyboval v rozpätí od 13,82 g.kg⁻¹ (variant 3) do 14,62 g.kg⁻¹ (variant 2). Rok aj kosba, štatisticky vplyvali na obsah látok v sušine (Tabuľka 4). Výnimku predstavuje len vplyv kosby na obsah draslíka. Pri štatistickom hodnotení ($P < 0,05$) sa potvrdil vplyv tretej kosby

na obsah N-látok a fosforu. Koncentráciu vápnika preukazne ovplyvňovala druhá kosba. Najvyšší obsah fosforu, draslíka a vápnika sa zistil v roku 2018, čo sa aj štatisticky preukazuje potvrdilo. Rok 2017 signifikantne vplýval len na koncentráciu dusíkatých látok. To súhlasí s výsledkami VOZÁRA (2003).



Obrázok 2 Priemerné hodnoty minerálnych prvkov, roky 2016 -2018
Figure 2 Average content of elements, years 2016-2018

Tabuľka 4 Vplyv rokov a kosby na obsah minerálnych látok v sušine (g.kg⁻¹)
Table 4 Effects of the cutting and years on nutrient content (g.kg⁻¹)

Faktor ¹		NL ⁴	P	K	Ca
Rok ²	2016	112,36 ^a	1,78 ^a	21,55 ^a	10,51 ^a
	2017	131,49 ^b	2,30 ^b	24,31 ^{ab}	12,43 ^b
	2018	120,18 ^a	2,33 ^b	24,79 ^b	13,36 ^b
Kosba ³	1	105,22 ^a	1,89 ^a	23,23 ^a	8,38 ^a
	2	123,09 ^b	2,13 ^b	23,70 ^a	14,26 ^b
	3	135,72 ^c	2,39 ^c	23,72 ^a	13,66 ^b

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

Different letters in superscript mean there are significances among factors

¹Factor, ²Year, ³Cutting, ⁴Crude protein

ZÁVER

Prísevom d'atelinotravných miešaniek sme zabezpečili porast s požadovanou kvalitou a produkciou aj pri nízkych vstupoch. Rovnako ošetrovanie porastov vertikutáciou zabezpečí zvýšenie kvalitatívnych a kvantitatívnych parametrov trávneho porastu. Vertikutácia zároveň prispieva k zlepšeniu pôdných vlastností (úprava pH pôdy) a zlepši príjem vody, živín a vzduchu. Súčasne sa podporí aj odnožovanie trávnych druhov.

POĎAKOVANIE

Tento príspevok bol spracovaný z výsledkov riešenia Rezortného projektu výskumu a vývoja (RPVaV) „Komplexné systémy hospodárenia na trávnych porastoch“ v priebehu rokov 2016 – 2018.

LITERATÚRA

HOLÚBEK, R. a kol. 2007. Krmovinárstvo – manažment pestovania a využívania krmovín. 1. vyd. Nitra : SPU, 2007, 420 s.

- HRABĚ, F. et al. 2008. Vzdělávání v oblasti péče o veřejnou zeleň a travnaté sportovní plochy: souborný studijní materiál. Vyd. 1. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2008, 239 s.
- JANČOVIČ, J. 1999. Zmeny v trávnej fytocenóze *Lolio-Cynosuretum* po absencii hnojenia. In *Vybrané biologické, produkčné a kvalitatívne charakteristiky trávnych porastov zväzu CYNOSURION ovplyvnené hnojením*. Nitra : SPU, 1999, 93 s.
- KLEINEBECKER, T., WEBER, H., HÖLZEL, N. 2011. Effects of grazing on seasonal variation of aboveground biomass quality in calcareous grasslands. *Plant Ecology*, 212 s.
- KOBZA, J., GÁBORÍK, Š. 2010. Aktuálny stav a vývoj obsahu fosforu, draslíka a horčíka v poľnohospodárskych pôdach Slovenska. In *Agrochémia*, roč. 50, 2010, č. 1, s. 3-8.
- NOVÁK, J. 2006. Diverzita flóry využívaných trávnych porastov Západných Karpát. In *Podtatranské pažite : zborník referátov zo sympózia a vedeckej konferencie s medzinárodnou účasťou vydaný pri príležitosti 2. medzinárodného festivalu kosenia a 65. výročia založenia Šľachtiteľskej stanice Levočské Lúky a. s.*. Levoča, 30.6.-4.7.2006, s. 33-38.
- NOVÁK, J. 2008. Pasienky, lúky a trávniky. Prievidza : Patria I. spol. s r. o., 2008, 708 s.
- RUŽIČKOVÁ, H., KALIVODA, H. 2007. Kvetnaté lúky – prírodné bohatstvo Slovenska. Bratislava : SAV, VEDA, 2007, 133 s.
- SKLÁDANKA, J. et al. 2014. Pícninářství. Brno : MU, 2014, 368 s.
- VOZÁR, Ľ. 2003. *Možnosti využitia prerušovaného a striedavého hnojenia dusíkom na poloprirodných trávnych porastoch* : dizertačná práca, Nitra : SPU, 2003, 121 s.
- VOZÁR, Ľ., JANČOVIČ, J., PETRIKOVÁ, S. 2004. Termodynamická analýza tvorby úrody trávnych porastov. In *Acta fytotechnica et zootechnica*. roč. 7, 2004, č. 1, s. 24 – 27.

Hodnotenie kvality krmiva z biotopu - Psiarkové aluviálne lúky

Evaluation of alluvial meadows feed quality from biotop *Alopecurion pratensis*

Stela Jendrišáková, ¹Research Institute of Grasslands and Mountain Agriculture, Mládežnícka 36, 974 21 Banská Bystrica, Slovakia,
E-mail: stela.jendrisakova@nppc.sk

ABSTRACT

This work is focused on the evaluation of production, feed quality and monitoring of botanical composition in the biotope of national importance Lk7 - of Alopecurion pratensis meadows. Alopecurion meadows are a relic of the ancient meadows, tied to alluvial forest-free areas, which are maintained by flood disturbances. In 2016, an experimental site was established in the locality of Čerín (altitude 376 m - 382 m). The botanical composition of the meadow growth shows a distinct (clear) habitat identity, which was confirmed by the occurrence of diagnostic plant species. The Lk7 habitat has been managed by extensive management as a two-cutting meadow growth. The botanical composition corresponded to the 4th group of hay, which according to Slovak legislation is referred to as hay of acid grasses. In addition to the botanical composition, the proportion of leaves and stems is decisive in terms of nutritional value (feed quality). N - substances and fiber content are evaluation indicators for classifying hay into the quality class.. Samples were taken from the grassland during a 3-year period in the phenological phase of ear formation.

KEYWORDS: *Alopecurus*, biotope, grassland, hay quality, nutritional value, yield,

INTRODUCTION

Ancient meadows were probably formed around watercourses due to long-term floods and the disturbing activity of ice floes, which destroyed the riparian vegetation in spring. According to another theory, first ancient meadows were created by the activity of beavers, who built dams on rivers, destroyed woody vegetation and created forest-free zones around thus created water reservoirs (VOZÁR, JANČOVIČ, 2014). Management of the valley meadow of the association *Alopecuretum pratensis* is essential for their hydrological importance in the protection of water resources. The social value of meadows association *Alopecuretum pratensis* is financially defined in Decree no. 170/2021 Coll. MoE SR. *Alopecurion* meadows do not form complete, large areas (JANČOVIČ and VOZÁR, 2004). The specific community is a reflection of the influence of habitat factors and the degree of intensity of use from very intensive to extensive and subsequently affects both the overall production and the quality of feed and the condition of growth (KAŠPAROVÁ, ŠRÁMEK, 2007).

MATERIAL AND METHODS

The subject of the research was to observe estimates of cover and abundance of plant species of habitat of national importance LK7 *Alopecurion* meadows and quality of fodder - hay from vegetation between 2016 and 2018. The experiment was carried out on a grassland in the area of the Zvolenská kotlina, locality of Čerín, altitude 376 m - 382 m, in the alluvium of creek Zolná, the characteristics of which are given in Table 1. The sward was extensively managed in a two-mowed way, without the application of fertilisers and occasionally flooded in the spring. Floristic research was focused on determining the species composition, listed in the description of the habitat in the Catalog of Habitats (STANOVÁ, VALACHOVIČ, 2002). The botanical nomenclature of species is given according to the List of Lower and Upper Plants of

Slovakia (MARHOLD a HINDÁK, 1998). The observation took place on areas of 4 m², in four replicates. The results of the observations are processed on a scale according to KLAPP (1964). We performed production evaluation gravimetrically (t.ha⁻¹) in each mowing. Hay quality parameters were sampled from representative samples that were analysed for dry matter (DM), crude protein (CP) and crude fiber (CF). The dry matter was determined by drying the samples at 105 °C in a hot air oven for 12 hours. The total protein was analysed as an ether extract using the Soxhlet apparatus and the Kjeldahl method and crude fiber using the Van Soest method (GOERING and Van SOEST, 1970).

Table 1. Characteristics of experimental site

Tabuľka 1. Charakteristika stanovišťa

Characteristics ¹	Zvolenská kotlina
Longitude (λ) ²	19°238'
Latitude (φ) ³	48°65'
Altitude (m) ⁴	376 m – 382 m
Mean annual rainfall (R _r - mm) ⁵	757
Mean rainfall over growing period (R _v - mm) ⁶	428
mean daily temperature per year (t _{dr} -°C) ⁷	8,2
Mean daily temperature per growing period (t _{dv} -°C) ⁸	14,7
Agroclimatic macro-region ⁹	cool ¹⁶
Agroclimatic region ¹⁰	Midly warm climate area ¹⁷
Agroclimatic sub-region ¹¹	Moist ¹⁸
Slope inclination ¹²	0
Soil texture ¹³	Loamy soil ¹⁹
Soil type ¹⁴	Fluvisol ²⁰
Geological substratum ¹⁵	Alluvial plain ²¹

¹Characteristic, ²Zemepisná dĺžka, ³Zemepisná šírka, ⁴Nadmorská výška, ⁵Dlhodobý priemer zrážok - za rok, ⁶Dlhodobý priemer zrážok - za vegetáciu, ⁷Dlhodobý priemer denných teplôt - za rok, ⁸Dlhodobý priemer denných teplôt - za vegetáciu, ⁹Agroklimatická makrooblasť, ¹⁰Agroklimatická oblasť, ¹¹Agroklimatická podoblasť, ¹²Svahovitost', ¹³Pôdny druh, ¹⁴Pôdny typ, ¹⁵Geologický substrát, ¹⁶Chladná, ¹⁷Midly warm climate area, ¹⁸Vlhká, ¹⁹Hlinitá pôda, ²⁰Fluvizem, ²¹Aluviálne naplaveniny

RESULTS AND DISCUSSION

Biotop identification

When specifying species composition of the meadow growth, we recorded taxa characteristic of the habitat every year between 2016 - 2018. Thanks to natural flooding waters are dominated by tall grass, mostly *Alopecurus pratensis* and in drier habitats *Festuca pratensis* (STANOVÁ, et al. 2002). Wet meadows on alluvium of watercourses and in waterlogged depressions in the lowlands and hills (communities of the association *Alopecuretum pratensis*) were described by Passarge 1964: *Alopecuretum pratensis*, Steffen 1931, a community with *Festuca pratensis*. According to the identified taxa - characteristic species in the experimental areas, the meadow growth met the criteria for the habitat Lk7 *Alopecurion* meadows a habitat of national importance (Fig. 1). We recorded a common occurrence of moisture-loving and drought-loving species in the meadow growth, which is characteristic for this habitat (average number 25, range from 23 to 27). During 2016 - 2018, the biotope was managed as a two-mowed meadow growth. In specifying the species composition of the meadow growth, grass and grass-like species were dominated by *Alopecurus pratensis*, *Festuca pratensis*, *Festuca rubra*, *Poa trivialis*, *Carex vulpina*, *Elytrigia repens*. From the group of herbs, *Ranunculus acris*, *Ranunculus repens* were dominant, followed by *Acetosa pratensis*, *Achillea millefolium*, *Cardamine pratensis*, *Lychnis flos-cuculi*, *Lysimachia nummularia*, *Potentilla anserina*, *Potentilla reptans*, *Rumex obtusifolius*, *Sanguisorba officinalis*, *Senecio sp.*, *Taraxacum sp.* *Trifolium hybridum* was

dominant in the group of legumes, followed by *Lathyrus pratensis*, *Trifolium pratense*, *Trifolium repens*, *Lathyrus pratensis*, *Vicia cracca*.

Alopecurion meadows are found in inundations of smaller rivers without extreme humidity conditions. In spring, we recognize them by the yellow color of flowering *Ranunculus* and some rare and endangered species (JANČOVIČ and VOZÁR, 2004).



Figure 1 Biotop: Wet meadows in alluvium of watercourses and in waterlogged depressions in the lowlands and hills

Obrázok 1 Biotop: Vlhké lúky v alúviách vodných tokov a v podmáčaných depresiách v nížinách a pahorkatinách

Total biomass production

Average annual dry matter production of above-ground grass phytomass on the valley meadow of the association *Alopecuretum pratensis* was high, but without statistically significant differences in the monitored years (Tab. 2). Alluvial meadows belong to ecosystems with high biomass production. Their productivity varies in the range of 10 - 40 t.ha⁻¹ (depending on humidity), which even exceeds the productivity of tropical forests, which reaches about 20 t.ha⁻¹ (JANČOVIČ and VOZÁR, 2004). Nutrient and moisture regime are the most important ecological factors affecting the species composition, fertility and feed quality of grasslands (LICHNER, KLESNIL and HALVA, 1989). A sward is considered to be optimal, with 50 - 70% yields of grasses, 10 - 30% legumes and less than 30% other meadow and pasture herbs, without other undesirable weeds (PÖTSCH et al., 1994; HOLÚBEK, HOLÚBEKOVÁ, 2002).

Nutritional value

When determining the nutritional value of feed, it is important to take into account the harvest stage and the predominant plant (ŠIMKO et al., 2017). At the time of the first mowing, *Ranunculus* species were dominant in the growth. The knowledge of the authors JANČOVIČ and VOZÁR (2004) that *Alopecurion* meadows are very fertile with a very good feed value was not confirmed in the results of the feed value. According to the botanical composition, the growth belongs to the group of acid grasses. Acid grass hay is the dried above-ground parts of plants, in which at least 40% of other valuable plants must be present. The content of harmful and poisonous plants which is allowed to be up to 3%, was higher in the case of the experimental

Lk7 *Alopecurion* meadows. In the biotope we recorded the occurrence of species registered in Annex no. 7 of Government Regulation no. 439/2006 Coll. in the List of harmful plants and poisonous plants, which accounted for 5 - 10% (*Ranunculus acris*, *Ranunculus repens*, *Senecio* sp.) and were followed by *Cardamine pratensis*, *Colchicum autumnale*, *Equisetum palustre*, *Euphorbiaceae*, *Orchis* and from the List of inferior and worthless plants: *Campanula*, *Capsella bursa pastoris*, *Cyperaceae*, *Equisetum arvense*, *Galium*, *Genista*, *Juncaceae*, *Lychnis flos cuculi*, *Rumex*, *Silene*.

Analysis of variance (ANOVA) confirmed that none of the differences were statistically significant ($P = 0.05$). The comparison did not confirm a statistically significant difference in the evaluation of average yields ($p = 0.1629$) or the average protein content ($p = 0.2495$) and fiber ($p = 0.5860$) in the years 2016 to 2018 (Table 2). Statistically inconclusive difference in repetitions confirmed the balanced conditions of the experiment.

Table 2 Mean Content of production and nutrients in hay

Tabuľka 2 Priemerná produkcia a obsah živín v sene

Year ¹	Yield ²	Std Devs ³	Crude fibre ⁴	Std Devs ³	Crude protein ⁵	Std Devs ³	Hay Quality ⁷
2016	4,51 ^B	0,13	253,92 ^B	21,83	116,13 ^A	21,09	4
2017	5,73 ^C	1,39	290,83 ^C	34,3	124,62 ^B	35,8	4
2018	4,14 ^A	1,33	245,02 ^A	11,76	146,42 ^C	8,66	4
P – value (Analysis of Variance - ANOVA) ⁸	0,1629		0,586		0,2495		

¹Rok, ²Produkcia, ³Štandardná odchýlka, ⁴Vláknina, ⁵Dusíkaté látky, ⁶Popol, ⁷Kvalita sena, ⁸Analýza rozptylu - ANOVA

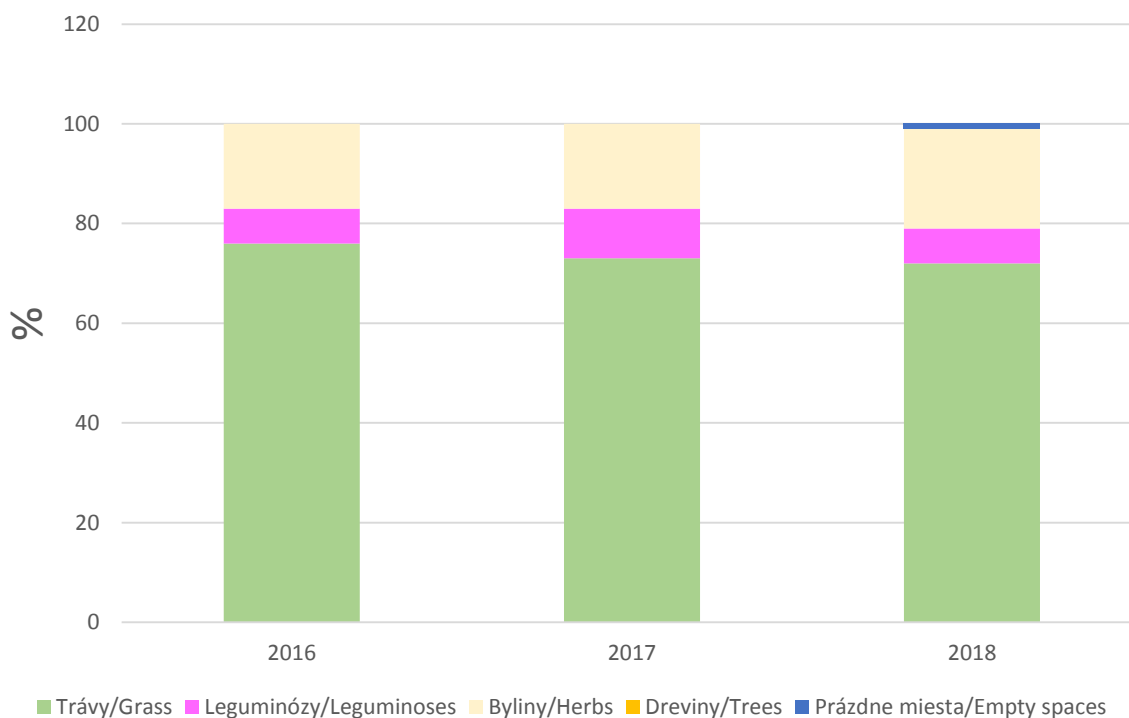


Figure 2 Proportion of botanical groups

Obrázok 2 Podiel botanických skupín

CONCLUSION

The results of the research confirmed that the extensive management of *Alopecurion* meadows in a two cutting a year has a beneficial effect. During the experiment, we did not notice a decrease in plant species or their cover-abundance (%) on the *Alopecurion* meadow. Biomass production of *Alopecurion* meadows was high even in the dry years. In terms of botanical composition, the growth is adapted to the culmination of the soil water. In terms of feed quality *Alopecurion* meadows provide biomass with a very varied botanical composition, but with a low feed value and a content of harmful and poisonous plants above 3%. The results had an impact on the classification of produced hay according to Government Regulation no. 439/2006 Coll. up to the 4th hay group.

ACKNOWLEDGEMENTS

This paper was prepared thanks to the support of RPVV "Multifunctional management on different types of grasslands".

POĎAKOVANIE

Tento príspevok bol spracovaný vďaka podpore RPVV „Multifunkčné hospodárenie na rôznych typoch trávnych porastov“.

LITERATÚRA

- GOERING, H.K. and Van SOEST, P.J. 1970. Forage Fiber Analysis: Apparatus, Reagents, Pcedures and some Applications. USDA-ARS Agricultural Handbook 379, Washington DC.
- HOLÚBEK, R., HOLÚBEKOVÁ, A. 2002. Kvalita sušiny poloprírodného a prisiateho trávneho porastu hnojeného fosforom a draslíkom. In *Agriculture (Poľnohospodárstvo)*, 48, 2002 (12), s. 632 - 638.
- JANČOVIČ, J., VOZÁR, Ľ. 2004. Špecifiká využívania TTP v nížinných oblastiach . Dostupné na internete[cit.21-10 - 2021]: <http://old.agroporadenstvo.sk/rv/ostatne/ttp.htm>
- KAŠPAROVÁ, J., ŠRÁMEK, P. 2007. Vliv způsobu využívání lučního porostu na množství a kvalitu píce/The influence of grassland management over dry matter yields and forage quality . In *Ekológia trávneho porastu VII – medzinárodná vedecká konferencia*, 2007. SCPV – Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva Banská Bystrica, Slovensko.
- KLAPP, E. 1964. Wiesen und Weiden. 4. Auf. Berlin-Hamburg, 620 s.
- LICHNER, S., KLESNIL, A., HALVA, E. 1983. *Krmovinárstvo*. 1 vyd. Bratislava: Príroda, 1983. 551 s. ISBN 64 - 011 - 83.
- MARHOLD, K., HINDÁK, F. (eds.) 1998. *Zoznam nižších a vyšších rastlín Slovenska*. Bratislava: Veda, 1998. 687 s. ISBN 80-224 - 0526.
- NARIADENIE VLÁDY SR č. 439/2006 Z. z. o kŕmnych surovinách, príloha č. 7.
- PÖTSCH, M.E., BUCHGRABER, K., HAIN, E. 1994. Unkrautregulierung am Grünland. Sonderbeil. Pfl. Artz., 5, 1994, s. 1 - 12.
- STANOVÁ, V., VALACHOVIČ, M. 2002. (eds). 2002: *Katalóg Biotopov Slovenska*. DAPHNE - Inštitút aplikovanej ekológie, Bratislava, 225 s.
- ŠIMKO, M., BÍRO, D., JURÁČEK, M. 2017. Kŕmenie prežúvavcov. 1. vyd. Nitra Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre. 146 s. ISBN 978 – 80 – 552 – 1785 - 7.
- VOZÁR, Ľ., JANČOVIČ, J. 2014. Vznik a rozšírenie trávnych porastov. In: SKLÁDANKA, J., CAGAŠ, B., DOLEŽAL, P., et al. *Pícninárství*. Brno: Mendelova univerzita, 2014. ISBN 978 – 80 – 7509 – 111 - 6.
- ZOZNAM BIOTOPOV EURÓPSKEHO VÝZNAMU A BIOTOPOV NÁRODNÉHO VÝZNAMU, Príloha č. 1: k vyhláske č. 170/2021 Z. z. Ministerstva životného prostredia SR.

Produkčný potenciál hnojenej nivnej lúky

Production potential of fertilized alluvium meadow

Vladimíra Vargová, Zuzana Kováčiková

NPPC-Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva, Mládežnícka 36, 974 21 Banská Bystrica, Slovenská republika, E-mail: vladimira.vargova@nppc.sk

ABSTRACT

The purpose of this study was to evaluate the impact of rate and proportion of long term fertilization on the production of a grass sward on an alluvial meadow. A field experiment was established in the western part of the Zvolenská kotlina basin at 350 m a.s.l. The experiment consisted of 10 treatments of fertilization: unfertilized grass swards, PK fertilized grass swards and grass swards fertilized 50, 100, 150 and 200 kg.ha⁻¹ N in two nutrient ratios 1 : 0.3 : 0.8 and 1 : 0.15 : 0.4. Grass swards were cut three times while a dry matter yield of a grass sward were determined at each cut. Application of fertilizers had an effect on DM yield. The treatment of 150 kg N.ha⁻¹ with a ratio of 1 : 0.15 : 0.4 produced the highest DM yields (8.94 t/ha). The treatments with a ratio of 1 : 0.15 : 0.4 was highest DM yield as compared to the other monitored ratio. The coefficient of natural efficiency of N + PK fertilizers (40.47 kg of DM) was the highest in the treatment PK fertilizers. And the coefficient of natural efficiency of nitrogen (57.60 kg of DM) was the highest in the treatment receiving of 50 kg N.ha⁻¹ with a nutrient ratio of 1 : 0.3 : 0.8.

KEYWORDS: alluvial meadow, fertilization, production, grass sward, coefficient of natural efficiency

ÚVOD

Charakter trávnych porastov ich predurčuje ako významný stabilizačný krajinnno-ekologický prvok s mnohými mimoprodukčnými funkciami. Pri obhospodarovaní a využívaní trávnych ekosystémov je nutné opierať sa o zákonitosti dynamiky ich vývoja a reakciu na ekologické podmienky prostredia a na pratotechnické zásahy (VOZÁR a KOVÁR, 2015).

Trávne porasty primárne zabezpečujú krm, živiny, palivá a liečivá. Sekundárnou funkciou trávnych porastov je biodiverzita rastlín a živočíchov, ktorá je dôležitá pre udržanie kolobehu živín, vody, energie a funkčnosť ekosystémov. Doplnkovou funkciou trávnych porastov v 21. storočí sa stáva udržanie kvality ovzdušia, viazanie uhlíka, podpora opel'ovačov a symbiotických organizmov (SKLÁDANKA *et al.*, 2014). FARBER *et al.* (2006) rozdeľuje služby a funkcie trávnych porastov do štyroch kategórií: 1. podporné funkcie (kolobeh živín, primárna produkcia, opel'ovači), 2. regulačné schopnosti (viazanie CO₂, prevencia pôdných strát, udržanie pôdnej štruktúry), 3. zaist'ovanie služieb (hry), 4. kultúrne služby (turistika, tvorba krajiny). Všeobecne patrí produkčná funkcia trávnych porastov medzi základné funkcie, pretože zabezpečujú výživu zvierat, človeka, obnovu energie alebo tvorbu surovín (NOVÁK, 2008). Produkčná funkcia je množstvo sušiny vytvorené fotosyntetickou premenou svetelnej energie rastlinami, t.j. transformácia slnečnej energie do produkcie fytohmoty.

Najvýznamnejšími ekologickými faktormi pôsobiacimi na druhové zloženie, produkciu a kvalitu krmu trávnych porastov sú vodný a živinový režim. Hnojenie zvyšuje produkciu využiteľnej biomasy všetkých druhov v poraste. Produkcia sušiny trávneho porastu je závislá od distribúcie a spôsobu využitia asimilátov medzi nadzemnou a podzemnou časťou trávneho porastu, pričom je potrebné zohľadniť úbytok sušiny v procese respirácie (VOZÁR a JANČOVIČ, 2014). Konečný efekt správneho hnojenia nezáleží len od úrovne dosiahnutých

úrod a kvality krmu, ale i od správneho využívania porastov, a najmä od zhodnotenia krmu v živočíšnej výrobe. Cieľom práce bolo zistiť produkčný potenciál hnojenej nivnej lúky.

MATERIÁL A METÓDY

Pokus bol založený v roku 1961, v západnej časti Zvolenskej kotliny, v nadmorskej výške 350 m. Bol založený blokovou metódou v štyroch opakovaniach s veľkosťou pokusnej parcely 32 m². Dlhodobý priemer zrážok za vegetáciu je 429,5 mm a za rok 779,6 mm. Priemerná denná teplota vzduchu za rok je 9,3 °C a za vegetáciu 16,5 °C. V príspevku uvádzame výsledky za obdobie rokov 2019 – 2020. Trávny porast bol z fytoocenologického hľadiska charakterizovaný ako zväz *Alopecurion pratensis* (dominantné trávne druhy: *Arrhenatherum elatius* L., *Alopecurus pratensis* L., *Agrostis stolonifera* L.; dominantné leguminózy: *Trifolium pratense* L. a *Trifolium repens* L. a ostatné lúčne byliny: *Leontodon hispidus* L. a *Taraxacum officinale* auct non. Web.).

Tabuľka 1 Varianty pokusu

Table 1 Trial treatments

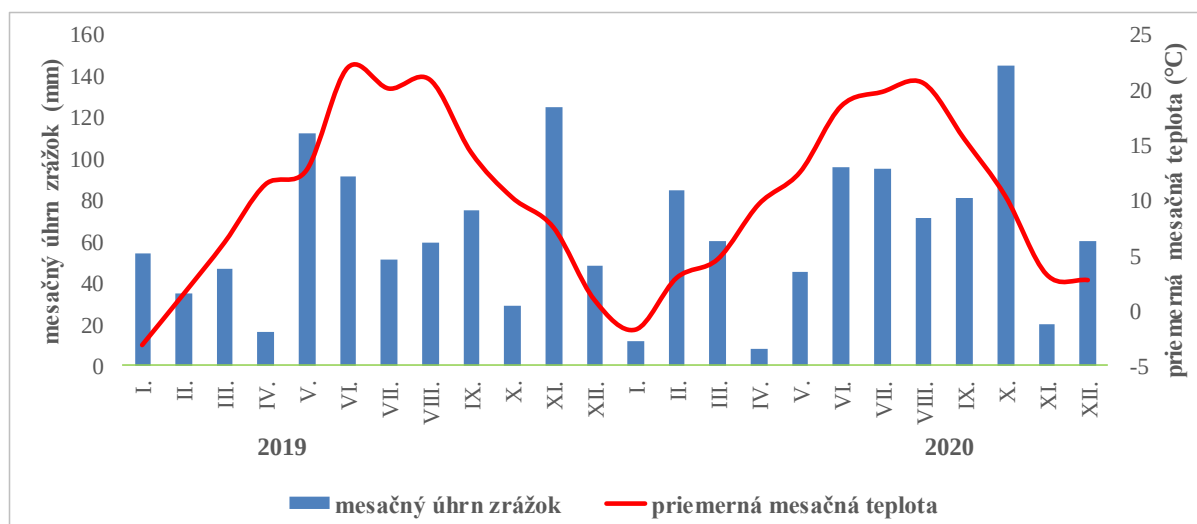
Varianty ¹ / dodané živiny ² (kg.ha ⁻¹)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
pomer živín ³			1 : 0,3 : 0,8				1 : 0,15 : 0,4			
N	0	0	50	100	150	200	50	100	150	200
P	0	22	15	30	45	60	7,5	15	22,5	30
K	0	41,5	40	80	120	160	20	40	60	80

¹Treatments, ²Supplied nutrients, ³Nutrient ratio

Experiment je tvorený desiatimi variantami s rôznou úrovňou hnojenia (Tabuľka 1). Na začiatku vegetačného obdobia bol v celej dávke aplikovaný fosfor, draslík a 65 % dusíka z celkového množstva. Druhá dávka N bola dodaná po prvej kosbe. Porasty sa využívali tromi kosbami: 1. kosba – začiatok klasenia prevládajúcich druhov tráv, 2. kosba – 6 až 8 týždňov po 1. kosbe, 3. kosba – 8 až 10 týždňov po predchádzajúcej. Stanovili sme produkciu sušiny a vypočítali sme koeficient naturálnej efektívnosti (FECENKO a LOŽEK, 2000), ktorý vyjadruje kilogram prírastku úrody vyprodukovaného aplikovaním 1 kg dodaných živín. Vypočíta sa podľa vzťahu: $K_{NE} = \text{prírastok úrody v kg v dôsledku hnojenia} / \text{dávka živín v kg}$. Získané výsledky boli spracované štatistickou metódou analýzy variancie ANOVA, prostredníctvom Tukeyovho testu na hladine významnosti 0,05. Analýzy boli vykonané použitím programu STATGRAPHIC Centurion XVI.I.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Z dlhodobého hľadiska je stanovište Veľká Lúka charakterizované priemerom zrážok za rok 780 mm, za vegetačné obdobie 430 mm, priemernou dennou teplotou za rok 9,6 °C a za vegetačné obdobie 16,5 °C. Pri porovnaní zaznamenaných hodnôt v roku 2019 s dlhodobým priemerom je vidieť, že zrážok za vegetáciu spadlo o 36 mm menej a teplota je o 0,04 °C vyššia, ako udáva dlhodobý priemer. V roku 2019 boli maximálne mesačné úhrny zrážok počas vegetácie zaznamenané v mesiaci máj (112 mm), pričom najnižší úhrn zrážok bol v apríli (16 mm) (Obrázok 1). Najvyššia priemerná mesačná teplota bola v júni (22,0 °C) a aj ďalšie letné mesiace mali teplotu nad 20,0 °C. V roku 2020 bol úhrn zrážok za vegetáciu 396 mm a najnižší mesačný úhrn zrážok sme zaznamenali v mesiaci apríl, len 8 mm. Priemerná mesačná teplota za vegetačné obdobie bola 16,1 °C, čo je o 0,08 °C menej ako v roku 2019. Letné mesiace, okrem augusta (20,6 °C), nedosiahli priemernú teplotu nad 20,0 °C.



Obrázok 1 Walterov klimatogram
Figure 1 Walter's climatogram

Produkcia sušiny v roku 2019 bola v prvej kosbe od 1,59 t.ha⁻¹ na variante 2 do 3,98 t.ha⁻¹ na variante 9 s pomerom živín 1 : 0,15 : 0,4 (Obrázok 2). Varianty 5, 6 a 9, 10 s vyššími dávkami dusíka dosiahli vyššiu produkciu sušiny. V druhej kosbe sa znížila produkcia sušiny a najvyššia (2,24 t.ha⁻¹) bola na variante 10 (pomer živín 1 : 0,15 : 0,4). Produkcia sušiny v tretej kosbe bola ešte nižšia ako v predchádzajúcej, pričom oscilovala od 0,50 (variant 1) do 1,84 t.ha⁻¹ (variant 5). Za celý rok dosiahol najvyššiu produkciu sušiny 7,51 t.ha⁻¹ variant 10 s dávkou dusíka 200 kg a pomerom živín 1 : 0,15 : 0,4. Nehnojený variant mal o 51 % nižšiu produkciu sušiny. Varianty 3 a 4 s pomerom živín 1 : 0,3 : 0,8 dosiahli vyššiu produkciu sušiny o 10 – 14 % ako varianty 7 a 8 (Tabuľka 2).

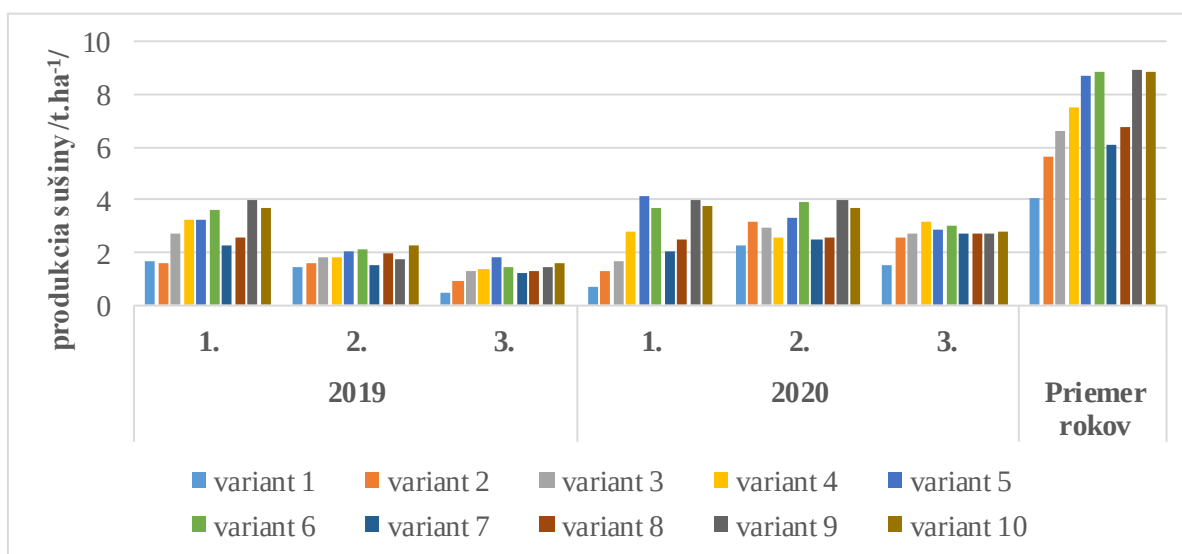
Tabuľka 2 Produkcia sušiny
Table 2 Dry mater (DM) yields

Variant ¹	2019	2020	Priemer rokov ²
	t.ha ⁻¹	t.ha ⁻¹	t.ha ⁻¹
1	3,66	4,54	4,10 ^a
2	4,13	7,11	5,62 ^{ab}
3	5,83	7,42	6,63 ^{ab}
4	6,46	8,54	7,50 ^{ab}
5	7,12	10,33	8,73 ^{ab}
6	7,17	10,61	8,89 ^b
7	5,00	7,24	6,12 ^{ab}
8	5,80	7,78	6,79 ^{ab}
9	7,19	10,69	8,94 ^b
10	7,51	10,26	8,86 ^b

Rozdielne indexy znamenajú štatisticky preukazné rozdiely medzi úrovňami faktorov (Tukey *t*-test, *P* = 0,05). Differing indices indicate statistically significant differences between factor levels (Tukey *t*-test, *P* = 0,05).

¹Treatments, ²Average years

V roku 2020 sme zaznamenali vyššiu produkciu sušiny ako v predchádzajúcom roku (Obrázok 2). V prvej kosbe oscilovala od 0,70 na variante 1 do 4,11 t.ha⁻¹ na variante 5 (pomer živín 1 : 0,3 : 0,8). Na variantoch s vyššími dávkami dusíka (varianty 5, 6 a 9, 10), bola produkcia sušiny vyššia. V druhej kosbe sa zvýšila produkcia takmer na všetkých variantoch, okrem variantov 4, 5 a 10. Najväčšie zvýšenie, o 1,91 t.ha⁻¹ bolo na variante 2. Produkcia sušiny v tretej kosbe poklesla, oscilovala od 1,55 (variant 1) do 3,19 t.ha⁻¹ (variant 4). V priebehu roka, bola najvyššia produkcia sušiny 10,69 t.ha⁻¹ na variante 9 s dávkou dusíka 150 kg.ha⁻¹ (+22,5 kg P, 60 kg K). Varianty 3, 4 a 6 s pomerom živín 1 : 0,3 : 0,8 zaznamenali vyššiu produkciu sušiny ako varianty s pomerom živín 1 : 0,15 : 0,4 (Tabuľka 2). Hnojenie dusíkom zvyšovalo produkciu sušiny vo všetkých kosbách a rokoch (VELICH, 1986; HOLÚBEK, 1991; GLABA a KACORZYKB, 2011).



Obrázok 2 Produkcia sušiny v kosbách a rokoch 2019 a 2020
Figure 2 Dry matter yields in the cuts and the years 2019 and 2020

Produkcia sušiny trávneho porastu je závislá od distribúcie a spôsobu využitia asimilátov medzi nadzemnou a podzemnou časťou trávneho porastu, pričom je potrebné zohľadniť úbytok sušiny v procese respirácie (SKLÁDANKA *et al.*, 2014). Signifikantne ($P < 0,05$) ju ovplyvňoval rok 2020, prvá kosba, varianty a pomer živín (Tabuľka 3). Najvyššiu produkciu sušiny sme zistili na variantoch 10, 6 a 9 (Tabuľka 2) so štatisticky preukazným zistením ($P < 0,05$).

Tabuľka 3 Vplyv rokov, kosby a pomerov na produkciu sušiny (t.ha⁻¹)
Table 3 Effect of years, cutting and nutrient ratios on dry mater production (t/ha)

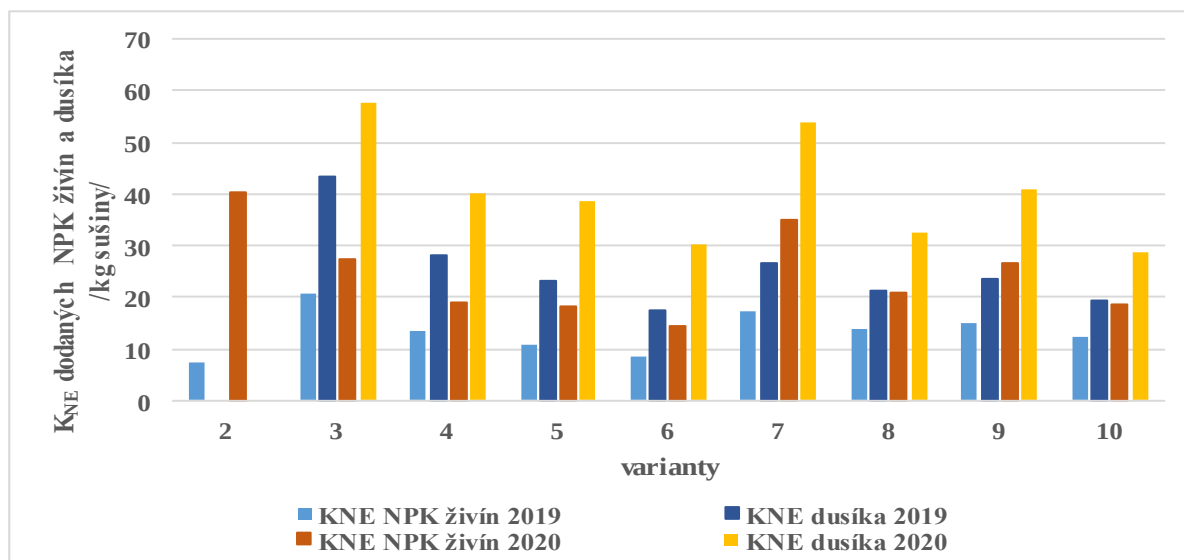
Rok ¹	Priemer ²	Kosba ³	Priemer ²	Pomer ⁴	Priemer ²
2019	1,70 ^a	1	2,46 ^b	0	1,37 ^a
2020	2,52 ^b	2	2,17 ^{ab}	PK	1,87 ^{ab}
		3	1,70 ^a	1 : 0,3 : 0,8	2,56 ^b
				1 : 0,15 : 0,4	2,65 ^b

Rozdielne indexy znamenajú štatisticky preukazné rozdiely medzi úrovňami faktorov (Tukey *t*-test, $P = 0,05$). Differing indices indicate statistically significant differences between factor levels (Tukey *t*-test, $P = 0,05$).

¹Year, ²Average, ³Cut, ⁴Ratio

Koeficient naturálnej efektívnosti (K_{NE}) dodaných NPK živín v roku 2019 bol najvyšší na variante 3 (20,67 kg sušiny) s 50 kg dávkou dusíka (Obrázok 3). Vyššie hodnoty koeficienta sme zaznamenali na variantoch s dávkou dusíka 100 až 200 kg a pomerom živín 1 : 0,15 : 0,4.

Rovnaké závery uvádzajú aj výsledky viacerých autorov MICHALEC *et al.* (2007), KOHOUTEK *et al.* (2002), VARGOVÁ *et al.* (2017). Variant 2 s PK hnojením dosiahol hodnotu K_{NE} len 7,40 kg sušiny. Koeficient naturálnej efektívnosti dodaného dusíka osciloval od 17,59 kg sušiny na variante 6 do 43,40 kg sušiny na variante 3. Varianty 3 a 4 (50 a 100 kg N) s pomerom živín 1 : 0,3 : 0,8 mali o 6,58 – 16,59 kg sušiny vyšší koeficient naturálnej efektívnosti dodaného dusíka ako varianty s druhým pomerom živín.



Obrázok 3 Koeficient naturálnej efektívnosti dodaných NPK živín a dusíka
Figure 3 Coefficient of natural efficiency of delivered NPK nutrients and nitrogen

V roku 2020 sme zaznamenali vyššie koeficienty naturálnej efektívnosti NPK živín a dusíka ako v roku 2019. Najvyššie hodnoty K_{NE} 40,47 kg sušiny sme zistili na variante 2 s PK hnojením (Obrázok 3). Varianty 7 až 10 s pomerom živín 1 : 0,15 : 0,4 mali vyššie hodnoty K_{NE} dodaných NPK živín o 1,85 – 8,07 kg sušiny. Pri koeficiente naturálnej efektívnosti dodaného dusíka bola najnižšia hodnota na variante 10 (28,60 kg sušiny) a najvyššia na variante 3 (57,60 kg sušiny) s dávkou dusíka 50 kg.ha⁻¹ a pomerom 1 : 0,3 : 0,8. K podobným záverom dospel aj VOZÁR (2009) pri pokusoch v Chvojnici (1997 – 1999), kde zistil, že najväčšie zvýšenie produkčnej účinnosti bolo pri dodaní 60 kg N.ha⁻¹. Hodnoty K_{NE} dodaných NPK živín a dusíka, boli výrazne nižšie ako v roku 2019, čo sa aj štatisticky ($P < 0,05$) preukazne potvrdilo (Tabuľka 4).

Tabuľka 4 Vplyv rokov a pomerov na K_{NE} dodaných NPK živín a dusíka (kg sušiny)
Table 3 Effect of years and nutrient ratios on coefficient of natural efficiency of delivered NPK nutrients and nitrogen (kg of DM)

K_{NE} dodaných NPK živín				K_{NE} dusíka			
Rok ¹	Priemer ²	Pomer ³	Priemer ²	Rok ¹	Priemer ²	Pomer ⁴	Priemer ²
2019	13,27 ^a	1 : 0,3 : 0,8	16,58 ^a	2019	25,39 ^a	1 : 0,3 : 0,8	34,82 ^a
2020	24,49 ^b	1 : 0,15 : 0,4	19,92 ^a	2020	40,32 ^b	1 : 0,15 : 0,4	30,88 ^a

Rozdielne indexy znamenajú štatisticky preukazné rozdiely medzi úrovňami faktorov (Tukey t -test, $P = 0,05$).
Differing indices indicate statistically significant differences between factor levels (Tukey t -test, $P = 0,05$).

¹Year, ²Average, ³Ratio

ZÁVER

Za sledované obdobie 2019 – 2020 bola na Veľkej Lúke (350 m n. m.) štatisticky preukazne najvyššia produkcia sušiny na variante s dávkou dusíka $150 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, $22,5 \text{ kg P} \cdot \text{ha}^{-1}$ a $60 \text{ kg K} \cdot \text{ha}^{-1}$ (priemer za 2 roky $8,94 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$). Zaznamenali sme signifikantný vplyv roka 2020, prvej kosby a pomerov na produkciu sušiny. Na nehnojenom variante bola najnižšia produkcia sušiny $4,10 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ v priemere rokov a kosieb.

Štatisticky vyššie ($P < 0,05$) hodnoty koeficienta naturálnej efektívnosti boli zaznamenané v roku 2020. Na variante s PK hnojením bol najvyšší koeficient naturálnej efektivity dodaných NPK živín $40,47 \text{ kg sušiny}$. K_{NE} dodaného dusíka dosiahol na variante s dávkou dusíka $50 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, $15 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ fosforu a $40 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ draslíka (pomer živín $1 : 0,3 : 0,8$) najvyššiu zaznamenanú hodnotu $57,60 \text{ kg sušiny}$.

POĎAKOVANIE

Tento príspevok bol spracovaný z výsledkov riešenia Rezortného projektu výskumu a vývoja (RPVaV) „Multifunkčné hospodárenie na rôznych typoch trávnych porastov“ v rokoch 2019 – 2021.

LITERATÚRA

- FARBER, S., COSTANZA, R., CHIDERS, D. L., ERICKSON, J., GROSS, K. L., GROVE, M., HOPKINSON, C. S., KAHN, J., PINCETL, S., TROY, A., WARREN, P., WILSON, M. A. 2006. Linking ecology and economics for ecosystem management. In *BioScience*, vol. 56, 2006, pp.121-133.
- FECENKO, J., LOŽEK, O. 2000. Výživa a hnojenie poľných plodín. Nitra: SPU v Nitre a Duslo, a. s., Šaľa, 2000. 452 s.
- GLABA, T., KACORZYKB, P. 2011. Root distribution and herbage production under different management regimes of mountain grassland. In *Soil and Tillage Research*, vol. 113, no. 2, 2011, pp. 99–104.
- HOLÚBEK, R. 1991. Produkčná schopnosť a kvalita PTP v mierne teplej a mierne suchej oblasti. Poľnohospodárska veda, Bratislava : Veda SAV, 1991, 132 s.
- KOHOUTEK, A., KOMÁREK, P., ODSTRČILOVÁ, V., NERUŠIL, P. 2002. Vývoj a kvalita trvalého, prisetého a dočasného trávneho porastu v lete 1991-2001 na stanovišti Jevíčko. In *Ekológia trávneho porastu VI : zborník z medzinárodnej vedeckej konferencie*. Banská Bystrica: VÚTPHP, 2002, pp. 228-234.
- MICHALEC, M., VARGOVÁ, V., KOVÁČIKOVÁ, Z. 2007. Vplyv dlhodobého hnojenia a využívania TTP na kvalitatívne a kvantitatívne aspekty produkcie. In *Ekológie trávneho porastu VII : zborník príspevkov z medzinárodnej vedeckej konferencie pri príležitosti 45. výročia vzniku VÚTPHP*. Banská Bystrica : SCPV -VÚTPHP, 2007, pp. 282 – 288.
- NOVÁK, J. 2008. Pasienky, lúky a trávniky. Prievidza : Patria I. spol. s r. o. , 2008: 708.
- SKLÁDANKA, J. et al. 2014. Pícninářství. Brno : MU, 2014, 368 s.
- VARGOVÁ, V., MICHALEC, M. 2017. Vplyv hnojenia údolnej lúky na produkciu sušiny. In *Recenzovaný zborník vedeckých prác Slovenskej spoločnosti pre poľnohospodárske, lesnícke, potravinárske a veterinárske vedy pri Slovenskej akadémii vied, pobočka Nitra*. 1. vyd. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2017. pp. 119-126.
- VELICH, J. 1986. Studium vývoje produkční schopnosti trvalých lučních porostů a drnového prosecu při dlouhodobém hnojení a jeho optimalizace. Praha: Videopres MON., 1986.162s.
- VOZÁR, Ľ. (2009): Možnosti využitia prerušovanej výživy dusíkom v mätonohovo-hrebienkovom trávnom poraste. Nitra : SPU, 2009. 84 s.
- VOZÁR, Ľ., JANČOVIČ, J. 2014. Ošetrovanie travných porostů. In Skládanka, J. et al. *Pícninářství*. Brno : MU, 2014, s. 225-245.
- VOZÁR Ľ., KOVÁR, P. 2015. dostupné online: https://web2.mendelu.cz/af_291_projekty/files/19/19-vozar.pdf

Produkčný potenciál slovenských novovyšľachtených odrôd *Lolium perenne* L. a *Festulolium* A. et Gr. v prvom úžitkovom roku

Production potential Slovak newly bred varieties of *Lolium perenne* L. and *Festulolium* A. et Gr. in first production year

Peter Hric, Ľuboš Vozár, Peter Kovár

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, Ústav agronomických vied, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovenská republika, E mail: peter.hric@uniag.sk

ABSTRACT

The aim of this experiment was to compare production potential of *Lolium perenne* L. (block A) and *xFestulolium* (block B) varieties in first production year. The experiment was realized at the Demonstrating and Research Base of Institute of Agronomic Sciences in Nitra in 2020. There were watch out varieties of *Lolium perenne* L. (block A) – Jaran, Kentaur and Slovak newly bred variety Tetral. Other varieties (block B) were represented of *Festulolium brauni* (loloïd type) – Perun, Perseus and Slovak newly bred variety LE – 1 “Lekos”. In the 1st, 2nd and 3rd cut had highest dry matter (DM) yield was measured by Kentaur. In sum of three cuts reached Kentaur highest dry matter yield (9.99 t ha⁻¹) in compare to Jaran (9.22 t ha⁻¹) and Tetral (9.02 t ha⁻¹). In the 1st cut the highest DM yield was measured by Lekos (7.14 t ha⁻¹). In the 2nd and 3rd cut had higher dry matter yield new intergeneric hybrid Lekos than Perun and Perseus. In sum of three cuts reached Lekos highest dry matter yield (12.39 t ha⁻¹) in compare to Perun (9.35 t ha⁻¹) and Perseus (11.15 t ha⁻¹).

KEYWORDS: grasses, *Festulolium*, dry matter yield

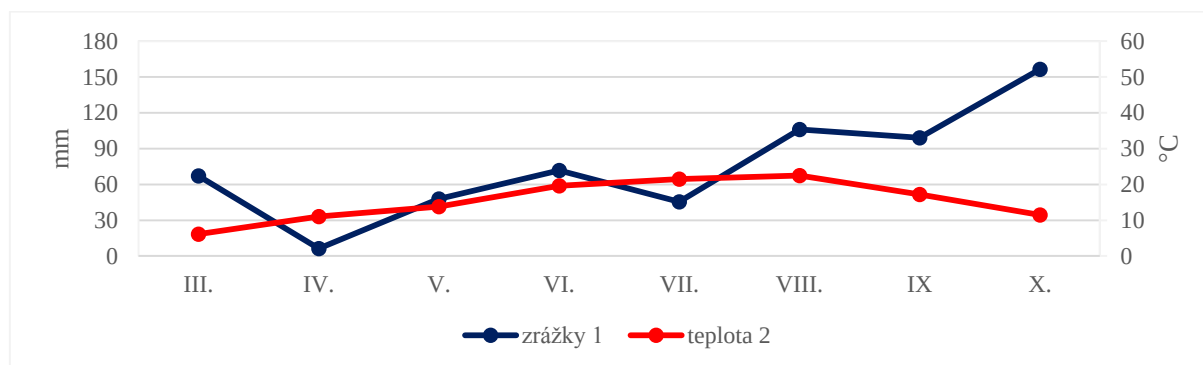
ÚVOD

Mätonoh trváci (*Lolium perenne* L.) je jeden z najdôležitejších kŕmnych druhov tráv mierneho pásma na celom svete (Humphreys et al., 2006). V celosvetovom meradle je tvorený veľkým počtom odrôd s veľkým množstvom genetických variácií zo širokého ekotypového rozsahu, ktoré dokazujú mnohé adaptívne fenotypy a množstvo prírodných genetických zdrojov (Humphreys et al., 2010). V priaznivých klimatických podmienkach je prakticky neobmedzená trvácnosť mätonohu trváceho, ale jeho výskyt je limitovaný náchylnosťou k vymŕzaniu a hubovitými chorobami. Trvácnosť je tak v našich podmienkach obmedzená po dobu 4 až 6 rokov. Zároveň je náročný na vlahu a živiny. Tento druh sa vyznačuje vysokou produkciou, vysokým obsahom energie a vysokou stráviteľnosťou organickej hmoty. Veľmi chutný druh, primárne určený do pasienkových porastov. Využíva sa takisto aj na konzervovanie (Skládanka et al., 2014a). *Festulolium* A et Gr. je prirodzený alebo syntetický medzirodový hybrid medzi druhmi rodu *Festuca* L. a *Lolium* L. Šľachtiteľským cieľom medzirodovej hybridizácie tráv je kumulácia pozitívnych vlastností rodičov v novo vytváranom genotypu. Pri krížení dochádza ku kombinácii vlastností rodu mätonoh (*Lolium* L.) - vysoká úrodnosť, kvalita (chutnosť, vysoký obsah vodorozpustných cukrov) a dobrá konkurenčná schopnosť. Od rodu kostrava (*Festuca* L.) pochádza väčšia trvácnosť a odolnosť voči chorobám. Taktiež poskytuje vlastnosti ako napr. vysoká trvácnosť, mrazuvzdornosť, zimovzdornosť, bohatý koreňový systém, dobrá reakcia na dodané živiny, široké prispôsobenie ekologickým podmienkam, odolnosť voči utužovaniu pôdy a erózii. V strednej Európe a v Škandinávii sa tieto hybridy začínajú čoraz viac uplatňovať v praxi a postupne vytlačujú rodičovské druhy (Casler, 2002; Humphreys et al., 2003; Gutmane and Adamovich, 2004; Skládanka et al., 2014b).

Cieľom experimentu bolo porovnať produkčný potenciál skôr vyšľachtených odrôd so slovenskými novovyšľachtenými odrodami. Prvá skupina bola tvorená odrodami mätonohu trvaceho a v rámci druhej skupiny to boli odrody medzirodových hybridov tráv.

MATERIÁL A METÓDY

Experiment sa realizoval v Demonštračnej a výskumnej báze Katedry trávnych ekosystémov a kŕmnych plodín FAPZ SPU v Nitre (Slovenská republika) v roku 2020. Experimentálna plocha sa nachádza v miernom klimatickom pásme teplej a suchej oblasti. Priemerná ročná teplota dosahuje 9,7 °C a priemerný ročný úhrn zrážok je 561 mm (Babošová a Noskovič, 2014). Priebeh poveternostných podmienok v sledovanom období znázorňuje obrázok 1. Pôdnym typom je ílovito-hlinitá fluvizem.



¹ rainfall, ² temperature

Obrázok 1 Priemerné mesačné teploty a zrážky za vegetačné obdobie v roku 2020

Figure 1 Average monthly temperature and rainfall in vegetation period in 2020

V experimente sa sledovalo 6 odrôd *Lolium perenne* L. a *Festulolium* A. et Gr.:

Blok A:

Lolium perenne L. cv. Jaran (tetraploidný)

Lolium perenne L. cv. Kentaur (tetraploidný)

Lolium perenne L. cv. Tetral (tetraploidný)

Blok B:

Festulolium brauni cv. Perun (loloidný charakter)

Festulolium brauni cv. Perseus (loloidný charakter)

Festulolium brauni cv. LE - 1 („Lekos“) (loloidný charakter)

Jaran (registrovaný v roku 2011) je tetraploidná odroda s rýchlym jarným rastom a vysokou produkciou hmoty v prvej kosbe (50 - 60% celkovej celoročnej produkcie). Odolnosť voči vyzimovaniu zvyšuje jej vytrvalosť (URL 1).

Kentaur (registrovaný v roku 2002) je tetraploidná odroda a poskytuje vysokú produkciu. Kvalita krmu je na vysokej úrovni. Má dobrú zimuvzdornosť (URL 2).

Tetral (registrovaný v roku 2017) tetraploidná slovenská odroda s dobrou rýchlosťou jarného rastu a dobrým nárastom do 1. kosby. Po kosbách rýchlo obrastá. Vyšší podiel klasov na štruktúre rastliny je predpokladom jej veľmi dobrej semenárskej výkonnosti (Bašta, 2017).

Perun (registrovaná v roku 1991) vznikol krížením tetraploidného mätonohu mnohokvetého s kostravou lúčnou. Je to prvá česká odroda tohto typu. Má vysoký produkčný potenciál a dobrú vytrvalosť (Kováč et al., 2002).

Perseus (registrovaný v roku 2004) vznikol krížením tetraploidného mätonohu mnohokvetého s kostravou lúčnou. Je charakteristický vysokým úrodovým potenciálom s 3 – 4 ročnou

trvácnosťou. Od odrody Perun sa odlišuje o 3 – 4 dni neskorším začiatkom klasenia (Skládanka et al., 2014b).

LE – 1 „Lekos“ vznikol krížením tetraploidného mätonohu mnohokvetého s kostravou lúčnou. Momentálne je zaradený v Štátnych odrodových skúškach ÚKSÚP (VCU a DUS skúšky). Je charakteristický vysokým úrodovým potenciálom (2 – 3% vyššia produkcia zelenej hmoty ako Perun a Perseus) s 2 – 3 ročnou trvácnosťou. Od odrody Perun sa odlišuje o 3 – 4 dni neskorším začiatkom klasenia (Hric, 2021).

Nami zvolené kontrolné odrody (Perun a Perseus) sú taktiež zaradené v Štátnych odrodových skúškach ÚKSÚP (VCU a DUS skúšky) pri hodnotení LE – 1 „Lekosu“.

Pokus bol založený 13. septembra 2019. Veľkosť parcelky bola 1,5 x 1,8 m (2,7 m²) v troch opakovaniach. Výsevok bol 30 kg.ha⁻¹. Na jeseň 2019 sa aplikovalo hnojivo Start (20-2-8) v dávke 50 kg.ha⁻¹. Na jar v roku 2020 sa hnojilo Travceritom (15-3-8) v množstve 60 kg.ha⁻¹ dusíka. Následne sa aplikoval dusík aj po 1. a 2. kosbe v dávke po 50 kg.ha⁻¹ N formou hnojiva Travcerit (15-3-8). Termín kosby sa určoval podľa fenofázy začiatku klasenia, resp. metania. Pri oboch sledovaných druhoch sa v roku 2020 realizovali 3. kosby. Pokosená čerstvá nadzemná fytomasa sa odvážila a sušila pri teplote 105 °C. Následne sa vážením a prepočtom určila produkcia suchej nadzemnej fytomasy jednotlivých odrôd.

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

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Produkcia suchej nadzemnej fytomasy odrôd mätonohu trváceho v prvom úžitkovom roku (2020) je uvedená v tabuľke 1. V termíne prvej kosby nepreukazne najvyššiu produkciu zaznamenala odroda Kentaur (7,11 t.ha⁻¹) v porovnaní s Jaranom (6,75 t.ha⁻¹) a slovenskou novovyšľachtenou odrodou Tetral (6,74 t.ha⁻¹). V nasledujúcej kosbe sa medzi sledovanými odrodami dosiahli podobné tendencie produkcie ako na prvej kosbe. Opätovne sa najvyššou produkciou prezentovala odroda Kentaur (2,12 t.ha⁻¹). Posledná kosba bola charakteristická rozpätím produkcie odrôd od 0,53 t.ha⁻¹ (Tetral) do 0,78 t.ha⁻¹ (Jaran). V sume všetkých troch kosieb bola zistená nepreukazne najvyššia produkcia suchej nadzemnej fytomasy na odrode Kentaur (9,99 t.ha⁻¹) v porovnaní so slovenskou odrodou Tetral (9,02 t.ha⁻¹) a Jaranom (9,22 t.ha⁻¹). Hejduk a Macháč (2019) na dvoch rôznych lokalitách v Českej republike v pokuse s odrodou Jaran zaznamenali produkciu suchej nadzemnej fytomasy od 5,81 do 8,53 t.ha⁻¹. V pokuse s 10 tetraploidnými odrodami mätonohu trváceho dosahovala odroda Kentaur produkciu od 6,0 do 13,4 t.ha⁻¹ (Macháč et al., 2008).

Tabuľka 1 Produkcia suchej nadzemnej fytomasy (t.ha⁻¹) odrôd *Lolium perenne* v prvom úžitkovom roku

Table 1 Dry matter yield (t.ha⁻¹) of *Lolium perenne* varieties in first production year

Odroda ¹	1. kosba ²	2. kosba ³	3. kosba ⁴	Suma ⁵
Jaran	6,75 ^a	1,69 ^a	0,78 ^b	9,22 ^a
Kentaur	7,11 ^a	2,12 ^a	0,76 ^{ab}	9,99 ^a
Tetral	6,74 ^a	1,75 ^a	0,53 ^a	9,02 ^a

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

¹ variety, ² 1st cut, ³ 2nd cut, ⁴ 3rd cut, ⁵ sum

Tabuľka 2 znázorňuje produkciu suchej nadzemnej fytomasy odrôd medzirodových hybridov tráv v prvom úžitkovom roku (2020). Prvá kosba bola charakteristická nepreukazne najvyššou

produkciou slovenskej novovyšľachtenej odrody Lekos (7,14 t.ha⁻¹) v porovnaní s Perunom (5,68 t.ha⁻¹) a Perseom (6,55 t.ha⁻¹). V termíne druhej kosby opätovne dosiahla preukazne najvyššiu produkciu slovenská odroda Lekos (4,15 t.ha⁻¹) v porovnaní so zahraničnými odrodami Perun (2,75 t.ha⁻¹) a Perseus (3,49 t.ha⁻¹). Tretia kosba bola charakteristická znížením rozdielov produkcie suchej nadzemnej fytomasy medzi sledovanými odrodami. V sume troch kosieb slovenská novovyšľachtená odroda Lekos zaznamenala nepreukazne najvyššiu produkciu (12,39 t.ha⁻¹) v porovnaní s odrodami Perun (9,35 t.ha⁻¹) a Perseus (11,15 t.ha⁻¹). Gutmane a Adamovich (2008) pri odrode Perun v prvom úžitkovom roku zistili produkciu suchej nadzemnej fytomasy na úrovni 16,56 t.ha⁻¹. Østrem a Larsen (2008) pri 3-kosnom systéme s odrodou Perun zistili produkciu suchej nadzemnej fytomasy 11,18 t.ha⁻¹. V prvom úžitkovom roku dosiahla odroda Perun produkciu suchej nadzemnej fytomasy na úrovni 18,14 t.ha⁻¹ (Haling, 2012). Houdek a Jambor (2010) zistili pri odrode Perseus, v sume úrod z 3 kosieb, produkciu suchej nadzemnej fytomasy 19,03 t.ha⁻¹.

Tabuľka 2 Produkcia suchej nadzemnej fytomasy (t.ha⁻¹) odrôd *xFestulolium* (loloidný charakter) v prvom úžitkovom roku

Table 2 Dry matter yield (t.ha⁻¹) of *xFestulolium* (loloid type) varieties in first production year

Odroda ¹	1. kosba ²	2. kosba ³	3. kosba ⁴	Suma ⁵
Perun	5,68 ^a	2,75 ^a	0,92 ^a	9,35 ^a
Perseus	6,55 ^a	3,49 ^{ab}	1,11 ^a	11,15 ^a
Lekos	7,14 ^a	4,15 ^c	1,10 ^a	12,39 ^a

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

¹ variety, ² 1st cut, ³ 2nd cut, ⁴ 3rd cut, ⁵ sum

ZÁVER

Na základe získaných výsledkov môžeme konštatovať, že slovenská novovyšľachtená odroda mätonohu trváceho Tetral dosiahla porovnateľnú produkciu suchej nadzemnej fytomasy v porovnaní so skôr vyšľachtenými zahraničnými odrodami. Naopak, novovyšľachtený slovenský medzirodový hybrid tráv LE – 1 „Lekos“ dosiahol vyššiu produkciu (o 3,04, resp. 1,24 t.ha⁻¹) ako skôr vyšľachtené zahraničné odrody Perun a Perseus.

POĎAKOVANIE

Tento príspevok bol podporený projektom 23/2019 Grantovej agentúry Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre Potenciál využitia slovenských novovyšľachtených medzirodových hybridov tráv v meniacich sa podmienkach klímy.

LITERATÚRA

- BAŠTA, E. 2017. Nové odrody d'ateliny lúčnej a tráv. Naše pole, roč. 21, č. 7, 2017, s. 26 – 27.
- BULLETIN Meterológia a Klimatológia (dostupné na <http://www.shmu.sk/sk/?page=1613&id=> [cit. 2021-09-12]).
- CASLER, M.D., PETERSON, P. R., HOFFMAN, L. D., EHLKE, N. J., BRUMMER, E. C., HANSEN, J. L., MLYNAREK, M. J., SULC, M. R., HENNING, J. C., UNDERSANDER, D. J., PITS, P.G., BILKEY, P.C., ROSE-FRICKER, C.A. 2002. Natural selection for survival improves freezing tolerance, forage yield and persistence of *Festulolium*. *Crop Science*, 42, 1421–1426.
- GUTMANE, I., ADAMOVICS, A. 2005. Use of *Festulolium* and *Lolium x boucheanum* for forage and seed production. In *Proceedings of the 13th Occasional Symposium of the European Grassland Federation* vol. 10. Tartu, Estonia, 29-31 August 2005. Tartu: Greif printhouse, p. 503 – 506.

- GUTMANE, I., ADAMOVICH, A. 2008. Analysis of *Festulolium* and hybrid ryegrass (*Lolium x boucheanum*) dry matter yield stability. In *Biodiversity and animal Feed. Future Challenges for Grassland Production*. Proceedings of the 22nd General Meeting of the European Grassland Federation Uppsala, Sweden 9-12 June 2008, p. 248 – 250.
- HALING, M. A. 2012. Yield stability of *Festulolium* and perennial ryegrass in southern and central Sweden. In *Grassland – a European Resource? Proceedings of the 24nd General Meeting of the European Grassland Federation Uppsala, Lublin, Poland 3-7 June 2012*, p. 180 – 120.
- HEJDUK, S., MACHÁČ, R. 2019. Yield and quality of straw of Italian and perennial ryegrass cultivated for seed production. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 67, 915 – 923.
- HOUDEK, I., JAMBOR, V. 2010. *Festulolium* Hybrids from Breeding Station Hladké Životice and their Quality. In *14th International Symposium Forage Concervation*, Brno Czech Republic, March 17-19, 2010, p. 22 – 24.
- HUMPHREYS, M.W., CANTER, P.J., THOMAS, H.M. 2003. Advances in introgression technologies for precision breeding within the *Lolium-Festuca* complex. *Annals of Applied Biology*, 143, 1–10.
- HUMPHREYS, M. W., YADAV R. S., CAIRNS A. J., TURNER, L. B., HUMPHREYS, J., SKØT, L. 2006. A changing climate for grassland research. *New Phytol* 169, 9-26.
- HUMPHREYS, M., FEUERSTEIN, U., VANDEWALLE, M., BAERT, J. 2010. Ryegrasses. In: BOLLER, B., POSSELT, ULRICH K., VERONESI, F. (eds.) *Fodder Crops and Amenity Grasses: Handbook of Plant Breeding*, vol. 5. New York: Springer-Verlag, p. 161 – 174.
- KOVÁČ, L., HOUDEK, I., GEJGUŠ, J. 2002. Krmovinárske využitie rodových hybridov tráv v špecifických podmienkach Východoslovenskej nížiny. Michalovce: Grafex. 2002, 119 s.
- ØSTREM, L., LARSEN, A. 2008. Winter survival, yield performance and forage quality of *Festulolium* cvs. For Norwegian farming. In *Biodiversity and animal Feed. Future Challenges for Grassland Production*. Proceedings of the 22nd General Meeting of the European Grassland Federation Uppsala, Sweden 9-12 June 2008, p. 293 – 295.
- MACHÁČ, R., CAGAŠ, B., PELIKÁN, J., HEJDUK, S. 2008. Productivity and competitive ability evaluation of selected perennial ryegrass varieties, tested in different soil-climatic conditions. In *Biodiversity and animal Feed. Future Challenges for Grassland Production*. Proceedings of the 22nd General Meeting of the European Grassland Federation Uppsala, Sweden 9-12 June 2008, p. 272 – 274.
- SKLÁDANKA, J., HAVLÍČEK, Z., HORKÝ, P., CHLÁDEK, G., KLUSOŇOVÁ, I., KNOT, P., KOHOUTEK, A., KVASNOVSKÝ, M., NAWRATH, A., NERUŠIL, P., NĚMCOVÁ, P., ODSTRČILOVÁ, V., STARZ, W., STEINWIDDER, A., VESELÝ, P., SLÁMA, P. 2014. Pastva skotu. Brno: Mendelu, 2014a, 244 s.
- SKLÁDANKA, J., CAGAŠ, B., DOLEŽAL, P., HAVLÍČEK, Z., HEJDUK, S., HORKÝ, P., JANČOVIČ, J., KLUSOŇOVÁ, I., KNOT, P., KOVÁR, P., MEJÍJA, J. E. A., MIKYSKA, F., NAWRATH, A., POKORNÝ, R., SLÁMA, P., SZWEDZIAK, K., TUKIENDORF, M., ŠEDA, J., VOZÁR, Ľ., VYSKOČIL, I., ZEMAN, L. 2014a. Pícninářství. Brno: MENDELU, 2014b, 368 s.
- URL 1: dostupné na <https://www.dlf.cz/picniny/travy/picni-druhy/travy/jilek-vytrvaly/jaran-prod1626> [cit. 2021-19-10]).
- URL 2: dostupné na <https://www.dlf.cz/picniny/travy/picni-druhy/travy/jilek-vytrvaly/kentaur-prod1616> [cit. 2021-19-10]).

Koeficient štruktúrnosti ako indikátor dopadov rôznych systémov obrábania pôdy

Structural coefficient as an indicator of the impacts of different tillage systems

Rastislav Bušo - Roman Hašana

NPPC–Výskumný ústav rastlinnej výroby Piešťany, Bratislavská cesta 122, 921 68 Piešťany, Slovenská republika, E-mail: rastislav.buso@nppc.sk

ABSTRAKT

The aim of the study was to determine the influence of different tillage technologies (conventional, minimizing, tillage, tillage) on the structure coefficient in three different growing years. In the years 2018-2020 the structure coefficient was on average the lowest in conventional technology and the highest in no-till technology. From the point of view of the soil structure for the period 2018-2020, a tendency indicating the advantages of conservation technologies can be observed, especially in the years when high temperatures are combined with a more pronounced precipitation deficit.

KEYWORDS: structure coefficient, different tillage, conventional, conservation agriculture

ÚVOD

Štruktúra pôdy je dôležitá vlastnosť, ktorá ovplyvňuje fyzikálno-chemicko-biologické procesy v pôde. Pôdne častice sa prirodzenými silami pútajú do zhlukov, tzv. agregátov. Agregáty sú tvorené minerálnym i organickým podielom a sú stmelované pomocou zlúčenín hliníka, železa, vápnika a humusovými látkami. Pevnosť tejto prirodzenej väzby, ktorá drží agregáty pohromade, je veľmi dôležitá, pretože určuje ich stabilitu. Štruktúrny stav pôdy je vzájomne priestorové usporiadanie týchto agregátov. Agregáty podľa veľkosti rozlišujeme na makroagregáty, ktoré sú väčšie ako 250 μm a mikroagregáty, s veľkosťou 2 – 250 μm . Častice menšie ako 2 μm označujeme ako ílovité častice (Tisdall a Oades, 1982).

Koeficient štruktúrnosti je indikátor, ktorým sa určuje kvalita štruktúrneho stavu pôdy a stupeň poškodenia pôdnej štruktúry. Koeficient štruktúrnosti vyjadruje vzťah medzi agronomicky hodnotnými (0,25 – 10 mm) a menej hodnotnými štruktúrnymi elementami (> 10 a < 0,25 mm). Výsledkom je bezrozmerné číslo. Čím je vyšší koeficient štruktúrnosti, tým je pôdna štruktúra lepšia, a naopak (Hůla et al., 2010). Tebrügge - Eichhorn (1992) pri skúmaní ekonomických a ekologických aspektov obrábania pôdy porovnávali tri systémy spracovania pôdy, pričom veľkosti a stabilite pôdných agregátov pripisovali rozhodujúcu funkciu pri formovaní pôdnej štruktúry. Miština - Kováč (1993) uvádzajú, že obrábanie pôdy môže nepriaznivo ovplyvniť stabilitu pôdných agregátov s následnou tvorbou pôdneho prísušku, redukcii infiltrácie a vzhádzania rastlín. Van Ouwerkerk (1992) považuje za najdôležitejšiu štruktúru pôdy v mieste, ktoré je najcitlivejšie z hľadiska rozvoja koreňovej sústavy rastliny t.j. v oblasti osivového lôžka. Z agronomického hľadiska je podľa Dema (Demo, 1995) významný podiel makroagregátov, za ktoré považujeme obyčajne zhluky, ktoré pozostávajú z viacerých vzájomne scementovaných častíc. Za dolnú hranicu pre rozmer makroagregátov sa prijalo 0,25 mm, kým ich horná hranica má viac-menej relatívnu hodnotu. Väčšina autorov považuje za takúto hranicu rozmer do 7 mm, niektorí až 10 mm i viac. Zhoda je však v tom, že za agronomicky najcennejšie sa považujú agregáty, ak ich rozmer je medzi 0,5 -3 mm (Tebrügge – Eichhorn, 1992; Demo et. al, 1995 a iní). Veľkosť pôdných agregátov môžeme teda považovať za faktor určujúci charakter pôdnej štruktúry. Meranie veľkosti pôdných agregátov a ich zastúpenie v jednotlivých veľkostných skupinách predstavuje metódu, ktorou

môžeme charakterizovať či už účinky konkrétnych pracovných orgánov strojov, ako aj vplyv jednotlivých technológií obrábania pôdy (Nozdrovický - Abelsová, 1998).

Diferencovaným aspektom obrábania pôdy, aj vo vzťahu k fyzikálnym vlastnostiam pôdy, sa v zahraničí venovali napr. López-Fando – Almendros (1995), Suškevič (1995), Etana et al. (1999), Hao et al. (2001), Knežević et al. (2003), Matula (2003), Stipešević - Kladičko (2005). V našich podmienkach sa týmito technológiami zaoberali viacerí autori, ako napr. Miština et al. (1993), Žák et al. (2005), Kotorová - Hnát (2005), Žembery (2016), Kotorová - Šoltysová (2015).

Cieľom príspevku je v časovom období rokov 2018 – 2020 zdokumentovať vplyv rôznych spôsobov obrábania pôdy v pokusoch NPPC – VÚRV v Piešťanoch na koeficient štruktúrnosti pôdy vo vzťahu k poveternostným pomerom v sledovaných ročníkoch.

MATERIÁL A METÓDY

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

Veľkosť zberovej plochy pokusnej parcely jednej plodiny je 9 m x 35 m, t.j. 315 m².

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

Pri každej hodnotenej technológii obrábania pôdy sme v poľných podmienkach odobrali vzorky pôdy na stanovenie pôdnej štruktúry. Vzorky sme vyhodnocovali z priemernej vrstvy 0,0-0,3 m. Po prirodzenom vysušení pôdných vzoriek atmosférickým vzduchom sme odobrali zo vzorky cca 250 g, odvážili a podrobili separácii na laboratórnom preosievacom vibračnom prístroji Analysette 3. Koeficient štruktúrnosti pôdy sme stanovili z výsledkov získaných preosievacou analýzou za sucha (tzv. agregátovou analýzou za sucha). Hodnotenie meteorologických ukazovateľov sme sústredili na pestovateľské roky 2018 - 2020, ktoré sa, tak v zrážkach ako

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Spôsob obrábania pôdy, spolu s priebehom klimatických a poveternostných podmienok (Obr. 1), zohráva veľmi dôležitú úlohu i z pohľadu štruktúrnosti pôdy.

Ročník 2017/18 bol charakteristický tým, že kolísali teploty, pričom mesiace september, október, november, február, marec boli chladné, no od apríla do júla boli teploty o 2 až 4 °C vyššie ako dlhodobý normál. To malo za následok, že priemerná teplota v tomto ročníku bola vyššia ako dlhodobý normál. Avšak zrážkovo bol tento ročník o viac ako 100 mm suchší (493,00 mm, v porovnaní so 595,00 mm), na čom sa najmä podieľali zrážkovo podnormálne jarné a letné mesiace, keď spadlo aj o 50% menej zrážok ako je dlhodobý normál. Toto malo vplyv i na koeficient štruktúrnosti pôdy, keď najvyššie hodnoty sme zistili v bezorbovej technológii (BT) (4,91), v porovnaní s iba 1,84 v technológii konvenčnej (KT). Technológie minimalizačného a nastielacieho obrábania pôdy vykázali, v týchto problematických pôdnoklimatických pomeroch, hodnoty koeficientu štruktúrnosti 4,20 (Min. T), resp. 3,75 (Mulch. T).

Chladný december 2018 a január 2019, ale i celoročné kolísanie teplôt a zrážok, najmä v jarných mesiacoch 2019 mali významný vplyv na koeficient štruktúrnosti v roku 2019. Takýto ráz počasia sa podieľal i na štruktúrnosti pôdy, keď najnižšiu hodnotu koeficientu štruktúrnosti sme pozorovali pri konvenčnom obrábaní (KT) (1,72). Najvyššie hodnoty koeficientu štruktúrnosti, boli rovnako a v predchádzajúcom roku, pri bezorbovej technológii (4,81).

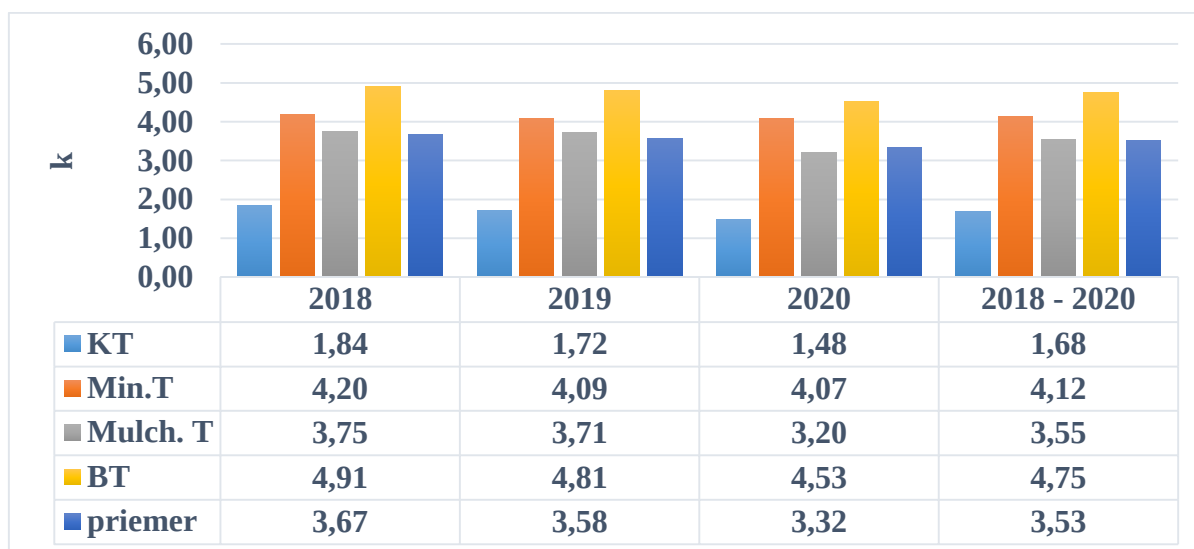
Pestovateľský ročník 2019/2020 bol z pohľadu zrážok i teplôt, teplotne nadnormálny o 0,80 °C, ale zrážkovo podnormálny o 77,7 mm. Teploty lavírovali, keď v januári bolo – 2,56 °C, ale vo februári 2,25 °C. Zrážkovo bol ročník veľmi nevyrovnaný, pričom v jarných mesiacoch sme sa potýkali so suchom a vyššími teplotami. Výsledky koeficientu štruktúrnosti v roku 2020 potvrdzujú trend z rokov 2018, 2019, keď najvyššia hodnota bola v bezorbovej (BT) technológii (4,53) a najnižšia (iba 1,48) bola v konvenčnej (KT) technológii. K podobným výsledkom dospeli Nozdrovický – Abelsová (1998), ktorí zistili, že bezorbová technológia umožňuje dosiahnuť najvyššiu hodnotu koeficientu štruktúrnosti pôdy a najväčší podiel agregátov veľkých 0,25-8,0 mm čo svedčí o najlepšej štruktúre pôdy. Naše výsledky sú podobné, keď pri bezorbovej technológii sme dosiahli vyššiu hodnotu koeficientu štruktúrnosti pôdy ako pri konvenčnom obrábaní pôdy (Obr. 2).

V priemere rokov 2018 – 2020 najlepšou bola technológia bezorbová (BT 4,75), najnižšiu hodnotu (1,68) sme zistili v technológii konvenčnej (KT). Priaznivú hodnotu 4 prekonal vo všetkých rokoch i technológia minimalizačná (Min.T), od 4,07 v roku 2020, po 4,20 v roku 2018. Bez ohľadu na technológiu obrábania, sme dosiahli hodnoty od 3,32 v roku 2020 po 3,58 v roku 2019 (Obr. 2). Vplyv plodín na štruktúru pôdy môže ovplyvniť tiež spôsob obrábania pôdy, množstvo organických hnojív, počty prejazdov, množstvo koreňovej hmoty a dĺžka pôsobenia koreňov (Šarapatka et al., 2010). Obrábanie malo štatisticky vysokopreukazný podiel na koeficiente štruktúrnosti.

Problematickou koeficientu štruktúry pôdy sa zaoberali aj autori Žák - Kováč – Klimeková (2005), ktorí zistili koeficient štruktúrnosti pôdy v integrovanom systéme (s využitím bezorbovej technológie) vyšší ako v low input systéme (konvenčná technológia obrábania pôdy). V našom pokuse sa tieto výsledky potvrdili, keď pri bezorbovej technológii boli hodnoty koeficienta štruktúrnosti pôdy vysoko preukazne vyššie ako pri konvenčnej technológii. Na nové trendy z oblasti obrábania pôdy upozorňuje i Křen (2000).



Obrázok 1 Charakteristika meteorologických podmienok v rokoch 2017/2018 - 2019/2020
Figure 1 Characteristics of meteorological conditions in the years 2017/2018 - 2019/2020



Obrázok 2 Koeficient štruktúrnosti (k) v profile 0 - 0,30 m v experimente s rôznymi technológiami spracovania pôdy v rokoch 2018 - 2020

Figure 1 Structure coefficient (k) in the profile 0 - 0.30 m in an experiment with different tillage technologies in the years 2018 – 2020

ZÁVER

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

Koeficient štruktúrnosti pôdy, v priemere ročníkov, bol najvyšší v no-till technológii.

V konzervačných technológiách (najmä v minimalizačnej a v no-till technológii) sa dosahujú násobne vyššie hodnoty koeficientu štruktúrnosti pôdy. Nemožno ale opomínať vplyv poveternostných pomerov ročníka.

Z pohľadu štruktúrnosti pôdy za časové obdobie rokov 2018- 2020 možno sledovať tendenciu naznačujúcu prednosti konzervačných technológií, predovšetkým v rokoch kedy sa kombinujú vysoké teploty s výraznejším deficitom zrážok.

Vo vzájomnom vzťahu s ekonomikou je významným aj prínos konzervačných technológií z hľadiska zlepšenia i iných pôdnych fyzikálnych, chemických vlastností, zvýšenia činnosti pôdneho makro a mikro edafónu, zamedzenia vodnej a veternej erózie, obmedzenia produkcie skleníkových plynov a ďalších vlastností.

POĎAKOVANIE:

Spracovanie príspevku bolo podporené finančnými prostriedkami vďaka podpore v rámci Operačného programu Integrovaná infraštruktúra pre projekt: Udržateľné systémy inteligentného farmárstva zohľadňujúce výzvy budúcnosti 313011W112, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

LITERATÚRA

- DEMO, M. et al. 1995. Obrábanie pôdy, vydanie prvé, Nitra –VŠP, 1995, 315 s., ISBN 80- 7137-255-2.
- ETANA, A. et al. 1999. Effects of tillage depth on organic carbon content and physical properties in five Swedish soils. In: Soil Tillage Res., vol. 52, 1999, N. 3-4, pp. 129-139. ISSN 0167-1987.
- HAO, X., CHANG, C., LINDWALL, C. W. 2001. Tillage and crop sequence effects on organic carbon and total nitrogen content in an irrigated Alberta soil. In: Soil Tillage Res., vol. 62, 2001, N. 3–4, pp. 167-169. ISSN 0167-1987.
- HŮLA J., et al. 2010. Dopad netradičních technologií zpracování půdy na půdní prostředí. Výzkumný ústav zemědělské techniky, v.v.i., Praha 6 – Ruzyně , 2010, 58 s., ISBN 978-80-86884-53-0.
- KŘEN, J. 2000. Poznámky k současným trendům ve zpracování půdy., In: Súčasná a perspektívne smery

- v obrábani pôdy, zborník z vedeckej konferencie s medzinárodnou účasťou, Nitra: SPU, 2000, s.69 - 77, ISBN 80-7137-764-3.
- KNEŽEVIĆ, M. – DURKIĆ, M. – KNEŽEVIĆ, I. – LONČARIĆ, Z. 2003. Effects of pre-and post-emergence weed control on weed population and maize yield in different tillage systems. In: *Plant Soil Environ.*, vol. 49, 2003, N. 5, pp. 223-229. ISSN 1214-1178.
- KOTOROVÁ, D., HNÁT, A. 2005. Vplyv spracovania fluvisolov na ich fyzikálne vlastnosti a na úrodu zrna kukurice (Effect of fluvisols tillage on their physical properties and on maize yield). In: *Agriculture (Poľnohospodárstvo)*, vol. 51, 2005, N. 10, pp. 521-527. ISSN 0551-3677.
- KOTOROVÁ, D., ŠOLTYSOVÁ, B. 2015. Vplyv pôdných pomocných látok na fyzikálne a chemické vlastnosti pôd. (in Slovak) 1. vyd. Lužianky : NPPC – Výskumný ústav agroekológie Michalovce, 2015. 95 s. ISBN 978-80-971644-4-7
- LÓPEZ-FANDO, C., ALMENDROS, G. 1995. Interactive effects of tillage and crop rotations on yield and chemical properties of soils in semi-arid central Spain. In: *Soil Tillage Res.*, vol. 36, 1995, N. 1-2, s. 45-57. ISSN 0167-1987.
- MATULA S. 2003. The influence of tillage treatments on water infiltration. In: *Plant, Soil Environ.*, vol. 49, 2003, N. 7, pp. 298-306. ISSN 1214-1178.
- MIŠTINA, T. et al. 1993. Ochranné obrábanie pôdy (Protective tillage of soil). 1. vyd. Piešťany : VÚRV, 1993. 167 p. ISBN 80-7137-125-4.
- NOZDROVICKÝ, L., ABELSOVÁ, J. 1998. Vplyv variantov obrábania pôdy na koeficient štruktúrnosti, In: *Poľnohospodárstvo*, roč. 44, 1998, č. 7, s. 489-502.
- STIPEŠEVIĆ, B., KLADIVKO, E. J. 2005. Effects of winter wheat cover crop dessiccation times on soil moisture, temperature and early maize growth. In: *Plant Soil Environ.*, vol. 51, 2005, N. 6, pp. 255 -261. ISSN 1214-1178.
- SUŠKEVIČ, M. 1995. Dlouhodobý vliv různého zpracování půdy na výnosy zrna kukuřice a ozimé pšenice. In: *Rostl. výr.*, vol. 41, 1995, N. 2, pp. 55-58. ISSN 0370-663X.
- ŠARAPATKA, B. 2010. Agroekologie: východiska pro udržitelné zemědělské hospodaření; Olomouc: Bioinstitut, 2010. 440 s. : ISBN: 978-80-87371-10-7
- Tisdall, J. M., Oades, J. M.: Organic Matter and Water-Stable Aggregates in Soils. *European Journal of Soil Science*, 33, 141-163.
- TEBRÜGGE, F., EICHHORN, H. 1992. Die ökologischen und ökonomischen Aspekte von Bodenbearbeitungssystemen. In: *Friebe B.: Wechselwirkungen von Bodenbearbeitungs – system auf das Ökosystem den Boden* (Beiträge zum 3. Symposium vom 12. – 13. Mai 1992 in Giesen) , Wiss. Fachverlag Dr. Fleck, 1992, S. 7 – 20.
- VAN OUWERKERK, C. 1992. Soil structure and soil strenght directly below the seedbed, In: *Problems in Modern Soil Management* (proc. Internat. Conf.) VÚEA Hrušovany u Brna, 1992, p. 172 – 183.
- ŽAK, Š., KOVÁČ, K., KLIMEKOVÁ, M. 2005. Dynamika zmien koeficienta štruktúrnosti pôdy vplyvom systémov hospodárenia. In: *Štvrté pôdoznalecké dni v Slovenskej republike*, Zborník referátov z vedeckej konferencie pôdoznalcov SR, Bratislava: Výskumný ústav pôdoznalecký a ochrany pôdy, Čingov, 2005, s. 425 – 43, ISBN: 80- 89128-18-1.
- ŽEMBERY, J. 2016. Zmeny vlhkosti pôdy a úrody zrna kukurice satej v závislosti od poveternostných podmienok, obrábania pôdy v interakcii s hnojením. In: *Pestovateľské technológie a ich význam pre prax*, Zborník zo 7. medzinárodnej vedeckej konferencie, NPPC-VÚRV, 2016, s. 101 – 106, ISBN 978-80-89417-72-8.
- URL: <https://www.aspi.sk/products/lawText/1/57961/1/2>

Dynamika zmien botanického zloženia siatych trávnych porastov

Dynamics of changes in botanical composition of leys

Iveta Ilavská, Norbert Britaňák, Ľubomír Hanzes

NPPC-Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva, Mládežnícka 36, 974 21 Banská Bystrica, Slovenská republika, E-mail: iveta.ilavska@nppc.sk

ABSTRACT

We have investigated two cultivars of intergeneric grass hybrid (Hyperon – a lolioid type and Hemsut – a festucoid type of intergeneric grass hybrid) and two cultivars of red clover, di- (cv. Ganymed) and tetraploid (cv. Hammon), as well. Between 2019 and 2021, experiment was carried out in altitude 960 m a.s.l. at Liptovská Teplička site (mountainous area of Slovakia). The object was to assess botanical composition in the first cut of year and compare how it changes over years.

There were differences between intergeneric grass hybrids: the festucoid hybrid coverage ranges from 69 % to 83% of dominance, but lolioid one's was higher and its interval was from 89 to 96 per cent.

Red clover diploid cultivar had narrower range of dominance (73 to 87 per cent) than tetraploid cultivar (from 60 to 88 %).

There were not differences in presence of unsown species, their coverage at the plots and uncolonized blank spaces between group of sown intergeneric grass hybrids and red clovers.

KEYWORDS: botanical composition, intergeneric grass hybrid, *Trifolium pratense*, other herbs

ÚVOD

v marginálnych oblastiach predstavujú, popri poloprirodných trávnych porastoch, siate trávne a ďatelinové porasty významný zdroj objemového krmiva. Nové, registrované, odrody medzirodových hybridov tráv a ďateliny lúčnej, pestované na orných pôdach, poskytujú krm s vysokým produkčným potenciálom.

Výška úrod je v nemalej miere podmienená (okrem stanovištných a poveternostných podmienok) aj vlastnosťami zaradených odrôd a ich prezenciou v poraste.

V ostatnom období sa v marginálnych podmienkach odporúča (namiesto kukurice na siláž) pestovať medzirodové hybridy tráv (MRH), ktoré sú, popri produkčnej schopnosti, charakterizované aj vyššou koncentráciou vodorozpustných sacharidov. Kladné vlastnosti hodnotia MACLEOD C.J.A. *et al.* (2013), pričom hovoria, že MRH majú požadovanú vývojovú a fenotypovú plasticitu, potrebnú na boj s klimatickými extrémami, akými sú záplavy a suchá. Dôvodom vytvárania medzirodových hybridov mätonohu a kostravy je ľahká hybridizácia, ale aj spojenie nutričnej hodnoty mätonohov s vytrvalosťou a odolnosťou kostravy trst'ovníkovitej voči suchu a odolnosťou kostravy lúčnej voči zime a vymŕzaniu (KOPECKÝ a kol., 2006; KOŠCIELNIAK a kol., 2006). SKLÁDANKA *et al.* (2014) uvádzajú, že je MRH Mahulena – festukoidný typ je veľmi trvácá tráva, mrazuvzdorná, dobre odoláva napadnutiu plesňou snežnou, dobre znáša suchu i krátkodobé zamokrenie. Medzirodový hybrid Hermes, ktorý je lolioidného charakteru, má rýchly vývoj po sejbe a je aj konkurenčne silnejší (HOUDEK, 2016). Tento typ hybridov sa podobá na mätonoh mnohokvetý, avšak je odolnejší voči chladu a má aj lepšiu trvácnosť.

Podľa údajov (HOUDEK, 2019; 2021) možno konštatovať, že lolioidné typy MRH tráv sa presadili v prvých dvoch rokoch pestovania a festukoidné typy MRH tráv sa viac uplatnili

v druhom úžitkovom roku. HOUDEK (2010; 2014) ďalej dokumentuje aj vysokú produkčnú schopnosť čistých kultúr MRH.

Ďatelina lúčna (*Trifolium pratense* L.) je kladne hodnotená nielen z hľadiska vysokého obsahu živín, ale aj z hľadiska vysokej produkčnosti a vysokého predplodínového efektu. Radí sa medzi vytrvalé rastliny, ale jej životnosť sa uvádza maximálne na obdobie štyroch úžitkových rokov (SKLÁDANKA *et al.*, 2014). Podľa našich doterajších zistení je táto doba ešte kratšia (ILAVSKÁ a JANČOVÁ, 2021). HAALING *et al.* (2004) definujú vytrvalosť ďatelin ako schopnosť udržať uspokojivú produkciu v priebehu niekoľkých rokov. To znamená, že jej schopnosť udržať uspokojivú produkciu nepresahuje tento čas.

Svojimi cennými vlastnosťami (fixácia dusíka, fytosanitárny účinok v dôsledku prerušovania sledu obilnín a pod.) prispievajú ďateliny k multifunkčnému poľnohospodárstvu. HECTOR and BAGCHI (2007) identifikovali práve ďatelinu lúčnu ako druh, ktorý najvýznamnejšie prispieva k tomuto vnímaniu *krmovín na ornej pôde*.

MATERIÁL A METÓDY

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

Do sledovaní boli zahrnuté dve odrody MRH tráv: odroda festukoidného typu Hemsut a lolioidného typu Hyperon a dve odrody ďateliny lúčnej: Ganymed (diploidná odroda) a Hammon (tetraploidná odroda).

Pri čistých kultúrach medzirodových hybridov tráv predstavoval výsevok 35 kg.ha⁻¹ (cca 12 MKS.ha⁻¹) a pri ďateline lúčnej to bolo 20 kg.ha⁻¹ (cca 7,4 MKS.ha⁻¹).

Pred sejbou sa do pôdy zapravili minerálne hnojivá v dávke 60 kg (čisté kultúry tráv) a 30 kg N.ha⁻¹ (čistý výsev ďateliny lúčnej – štartovacia dávka), 30 kg P.ha⁻¹ a 45 kg K.ha⁻¹. Po prvej (odburiňovacej) kosbe sa pri čistých kultúrach tráv aplikovala ďalšia dávka dusíka (60 kg.ha⁻¹). V plných produkčných ročníkoch (roky 2020 a 2021) sa vykonala aplikácia P a K živín vo vyššie uvedenom množstve vždy na jar. Čisté výsevy tráv boli dotované 120 kg N.ha⁻¹, v dvoch dávkach na jar a po prvej kosbe.

Porasty sa v produkčných rokoch využívali 3× počas vegetačného obdobia. Prvá kosba sa uskutočnila na začiatku klasenia trávneho druhu a pri ďateline lúčnej na začiatku tvorby kvetných hlávok. Druhá kosba nasledovala s odstupom 4 až 5 týždňov a tretia kosba za 7 – 8 týždňov po prvej, vždy však podľa stavu porastu a ak to meteorologické podmienky dovoľovali. Pred každou kosbou sa vykonalo hodnotenie floristického zloženia porastov metódou redukovanej projektívnej dominancie podľa Regala (GÁBORČÍK a JAVORKOVÁ, 1980).

VÝSLEDKY A DISKUSIA

MRH tráv

MRH festukoid Hemsut je stredne skorý hexaploid, ktorého prednosťami je to, že je vytrvalý a vhodný aj do pasienkov. Zaregistrovaný bol v roku 2017.

MRH lolioid Hyperon je tetraploid, stredne skorý, s maximálnym využitím do štyroch rokov a bol zaregistrovaný v roku 2016.

Z dosiahnutých výsledkov je zrejmé, že festukoidný typ MRH má pomalší vývoj po sejbe, o čom svedčí aj jeho podiel v porastoch pred odburiňovacou kosbou (tab. 1). To je v súlade so získanými informáciami (HOUDEK, 2019; 2021). V porovnaní s lolioidným typom Hyperon,

pri ktorom je proklamovaný rýchlejší vývoj po sejbe, bolo zastúpenie festukoidnej odrody Hemsut o 29 % nižšie ako pri lolioidnej odrode Hyperon. Pri odrode Hemsut sme zaznamenali aj vyšší počet prázdnych miest a bylín, pričom i počet zistených druhov v poraste bol o 4 vyšší ako pri odrode Hyperon a vôbec najvyšší zo všetkých štyroch sledovaných variantov.

Tabuľka 1 Botanické zloženie siatych trávnych porastov 2019 – rok sejby, 1. kosba (%)

Table 1 Botanical composition of leys 2019 – sowing year, 1st cut (%)

Skupina/Druh/Odroda ¹	Hemsut	Hyperon	Ganymed	Hammon
Trávy ²	42	70	6	2
Bôbovité ³	-	-	68	76
Ostatné byliny ⁴	48	27	23	20
Prázdne miesta ⁵	10	3	3	2
MRH ⁶	39	68	-	-
ĎL ⁷	-	-	68	76
Počet druhov ⁸	24	20	17	21

¹Agrobotanical group/Species/Cultivar, ²Grasses, ³Legumes, ⁴Other herbs, ⁵Blank spaces, ⁶Festulolium – intergeneric grass hybrid, ⁷Trifolium pratense – red clover, ⁸Number of the species (sown + unsown plant species)

Po vykonaní prvej, odburiňovacej, kosby ustúpili bylinné druhy a v porastoch sa do dominancie dostali trávne druhy, čo svedčí o ich vysokej konkurenčnej schopnosti.

Ďalšia kosba v roku sejby bola síce v poradí druhou v tomto roku, ale je v podstate prvou produkčnou kosbou. V nej sa oveľa výraznejšie prejavili rozdielne vlastnosti oboch sledovaných odrôd MRH. Pri oboch typoch MRH sa ich podiel zvýšil. Kým pri festukoidnom type to bolo v porovnaní s odburiňovacou kosbou o 30 % a pri lolioidnom len o 22 %, aj tak mal v poraste vyššie zastúpenie lolioidný typ, a to až 90 % (tab. 2). Porast lolioidného typu mal nižšie zaburinenie, nižší podiel prázdnych miest a zaznamenaný tu bol aj najnižší počet vyskytujúcich sa druhov, hoci počet druhov klesol aj všeobecne (o 3 druhy pri festukoide a o 5 druhov pri lolioide).

Tabuľka 2 Botanické zloženie siatych trávnych porastov 2019 – rok sejby, 2. kosba (%)

Table 2 Botanical composition of leys 2019 – sowing year, 2nd cut (%)

Skupina/Druh/Odroda ¹	Hemsut	Hyperon	Ganymed	Hammon
Trávy ²	72	93	4	10
Bôbovité ³	1	-	82	69
Ostatné byliny ⁴	22	5	11	12
Prázdne miesta ⁵	5	2	3	9
MRH ⁶	69	90	-	-
ĎL ⁷	-	-	82	69
Počet druhov ⁸	21	15	16	22

¹Agrobotanical group/Species/Cultivar, ²Grasses, ³Legumes, ⁴Other herbs, ⁵Blank spaces, ⁶Festulolium – intergeneric grass hybrid, ⁷Trifolium pratense – red clover, ⁸Number of the species (sown + unsown plant species)

Aj prvý úžitkový rok bol pred prvou kosbou charakterizovaný vyšším zastúpením lolioidného typu (96 % – tab. 3). To potvrdzuje známe údaje o jeho najlepšom uplatnení v porastoch v období do druhého úžitkového roku (HOUDEK, 2016). V prvom úžitkovom roku sme zistili opätovný pokles podielu bylín aj počtu druhov v porastoch, takže možno konštatovať, že porast lolioidného typu MRH mal významný predpoklad pre vysokú produkciu sušiny.

Festukoidný typ tiež v tomto roku zvýšil svoje zastúpenie, a to zo 69 % v predchádzajúcom roku, na 83 %. V jeho porastoch sme však zaznamenali vyšší podiel ostatných bylín a tiež o 8 druhov viac, ako v porastoch lolioidného typu. Uvedené by mohlo korešpondovať so zisteniami iných autorov, ktorí hovoria o rozvoji festukoidných typov MRH počas a po prvom úžitkovom roku, s najvyšším zastúpením v ďalších dvoch rokoch pestovania (ČERNOCH, 2012; HOUDEK, 2014). To súvisí s pomalším vývojom týchto typov MRH a s ich vyššou vytrvalosťou v porovnaní s lolioidnými typmi.

Tabuľka 3 Botanické zloženie siatych trávnych porastov 2020 – 1. úžitkový rok (%)
Table 3 Botanical composition of leys 2020 – 1st full production year (%)

Skupina/Druh/Odroda ¹	Hemsut	Hyperon	Ganymed	Hammon
Trávy ²	86	96	6	5
Bôbovité ³	2	+	87	88
Ostatné byliny ⁴	11	4	7	7
Prázdne miesta ⁵	1	+	+	+
MRH ⁶	83	96	-	-
ĎL ⁷	+	+	87	88
Počet druhov ⁸	18	10	12	13

¹Agrobotanical group/Species/Cultivar, ²Grasses, ³Legumes, ⁴Other herbs, ⁵Blank spaces, ⁶Festulolium – intergeneric grass hybrid, ⁷Trifolium pratense – red clover, ⁸Number of the species (sown + unsown plant species)

V druhom úžitkovom roku sme evidovali pokles zastúpenia MRH v porastoch, a to pri oboch typoch (tab. 4). Súčasne sa zvýšil podiel ostatných bylín a do porastov začali prenikať aj bôbovité druhy. Počet evidovaných druhov sa pri festukoidnom type nezmenil, narástol ale pri lolioidnom type na 14.

Tabuľka 4 Botanické zloženie siatych trávnych porastov 2021 – 2. úžitkový rok (%)
Table 4 Botanical composition of leys 2021 – 2nd full production year (%)

Skupina/Druh/Odroda ¹	Hemsut	Hyperon	Ganymed	Hammon
Trávy ²	78	89	12	21
Bôbovité ³	5	4	75	62
Ostatné byliny ⁴	16	7	13	16
Prázdne miesta ⁵	1	+	3	1
MRH ⁶	77	89	-	-
ĎL ⁷	1	+	73	60
Počet druhov ⁸	18	14	13	10

¹Agrobotanical group/Species/Cultivar, ²Grasses, ³Legumes, ⁴Other herbs, ⁵Blank spaces, ⁶Festulolium – intergeneric grass hybrid, ⁷Trifolium pratense – red clover, ⁸Number of the species (sown + unsown plant species)

Počas trvania experimentu sme zistili, že zastúpenie jednotlivých agrobotanických skupín sa medzi oboma sledovanými trávami nelíšilo. Zaznamenali sme však preukazný rozdiel v pokryvnosti vysievaných odrôd MRH. Lolioidný MRH mal preukazne vyššiu ($P > 0,0495$) prezenciu než festukoid. Uvedené bolo kompenzované vyššou diverzitou nesiatych, burinných i nativných druhov z okolitého prostredia pri festukoidnom type MRH ($P = 0,05$), avšak ich podiel na celkovej prezencii v poraste nebol významný. S dĺžkou experimentu bola prítomnosť MRH v porastoch stabilizovaná alebo sa mierne zvyšovala ($r = 0,4$; $P = 0,5$), pričom výrazne eliminovala pokryvnosť ostatných lúčnych bylín ($r = -0,96$; $P > 0,008$).

Ďatelina lúčna

Odroda Ganymed ďateliny lúčnej (2n) je skorá a registrovaná bola v roku 2016. Tetraploidná stredne skorá odroda Hammon bola zaregistrovaná v roku 2013.

Z tabuľky 1 vyplýva, že vyšším podielom bylín a výskytom nesiatych trávnych druhov sa pred odburiňovacou kosbou viac prezentovala diploidná odroda ďateliny lúčnej Ganymed. Jej zastúpenie v porastoch predstavovalo 68 %, čo je menej ako dosiahla tetraploidná odroda Hammon (76 %).

V produkčnej kosbe v roku sejby (tab. 2) sme zaznamenali výrazný nárast podielu diploidnej odrody (zo 68 % na 82 %) a pokles pri tetraploidnej odrode, kde mali výraznú pokryvnosť prázdne miesta. Aj celkový zaznamenaný počet druhov bol vysoký (22), čo svedčí o vyplňaní prázdnych miest nesiatymi, burinnými, druhmi.

Pri dorastaní do prvej kosby v 1. úžitkovom roku sa podiel oboch ďatelín zvýšil a takmer vyrovnal. Ich pokryvnosť predstavovala 87 %, resp. 88 % (tab. 3). Aj zaznamenaný počet druhov sa znížil, evidovali sme niekoľko natívnych trávnych druhov a druhy zo skupiny ostatné byliny.

Naše predchádzajúce skúsenosti z pestovania čistej kultúry ďateliny lúčnej naznačujú pokles jej zastúpenia v porastoch v druhom úžitkovom roku. Podľa botanických analýz pred prvou kosbou druhého úžitkového roku (tab.4) možno konštatovať, že v porovnaní s predchádzajúcim rokom nastal výrazný pokles podielu ďateliny lúčnej (pri oboch ploeditách), ale evidentnejší bol pri odrode Hammon (4n). Kým pri diploidnej odrode Ganymed klesla jej prezencia o 12 %, pri odrode Hammon to bolo až o 26 %. Takýto stav bol sprevádzaný nárastom podielu nesiatych druhov a ostatných bylín, ktorý pri diploidnej odrode predstavoval 25 % a pri tetraploidnej až 37 %. Pri českých odrodách sa prejavuje vyššia vytrvalosť tetraploidných odrôd, ale pri svetovom sortimente nebolo dokázané, že by tetraploidné odrody boli vytrvateľšie, než diploidné (TAYLOR a QUEENSBERRY, 1996; HEJDUK a KNOT, 2010).

S ohľadom na schopnosť ďateliny lúčnej tolerovať nižšiu úrodnosť pôd, konkurenciu tráv a výrazne zvyšovať produkciu i kvalitu trvalých trávnych porastov snažia sa šľachtitelia vytvoriť odrody s vyššou vytrvalosťou (ABBERTON a MARSHALL, 2005).

Porovnanie rôznej ploidity ďateliny lúčnej neposkytlo žiadne významné diferencie v zastúpení jednotlivých agrobotanických skupín a ani v prítomnosti rôzneho počtu unikátnych druhov, vyskytujúcich sa na sledovaných variantoch buď ako burina, alebo ako natívny kolonizátor z okolitého prostredia. Prezencia ďateliny lúčnej sa s rokmi mierne znižovala, ale rovnako, ako pri MRH, bola stabilná ($r = -0,36$, $P = 0,4$). Prítomnosť ďateliny lúčnej výrazne znižovala zastúpenie ostatných lúčnych bylín ($r = -0,95$, $P = 0,004$).

ZÁVER

Počas troch rokov sa pri hodnotení zastúpenia siatych druhov v prvých produkčných kosbách zistilo, že prezencia rôznych typov MRH tráv bola rozdielna. Kým podiel festukoidu sa pohyboval v intervale od 69 % do 83 %, podiel lolioidu bol preukazne vyšší a dosiahol rozpätie od 89 % do 96 %.

Pri hodnotení ďateliny lúčnej, vzhľadom na jej rôznu ploiditu, sa nezaznamenali až také výrazné rozdiely. Pri diploidnej odrode sa jej zastúpenie v prvých produkčných kosbách pohybovalo od 73 % po 87 % a pri tetraploidnej odrode od 60 % po 88 %. Obe odrody výrazne brzdili rozvoj ostatných lúčnych bylín, t.j. burín.

POĎAKOVANIE

Táto práca bola podporovaná z projektu Operačného programu Integrovaná infraštruktúra pre projekt: Udržiateľné systémy inteligentného farmárstva zohľadňujúce výzvy budúcnosti 313011W112, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

LITERATÚRA

- ABBERTON, M. T., MARSHALL, A. H. 2005. Progress in breeding perennial clovers for temperate agriculture. Centenary review. *Journal of Agriculture Science*, 2005, 143: 117–135.
- ČERNOCH, V. a kol. 2012. Nově povolené odrůdy z Hladkých Životic. In *Pícninářské listy*, roč. XVIII., 2012, s.13-16. ISBN 978-80-87091-32-6.
- FRAME, J. 2005. Forage legumes for temperate grasslands. 309 p. SPI ISBN 1-57808-358-3 and FAO ISBN 92-5-105043-0.
- GÁBORČÍK, N., JAVORKOVÁ, A. 1980. Dynamika narastania pratocenóz vrátane základných produkčných procesov. Závěrečná správa. VÚLP : Banská Bystrica, 1980, 52 s.
- HALLING, M. A., TOPP, C. F. E., DOYLE, C. J. Aspects of the productivity of forage legumes in Northern Europe. *Grass and Forage Science*, 2004, 59: 331–344.
- HEJDUK, S., KNOT, P. Effect of provenance and ploidity of red clover varieties on productivity, persistence and growth pattern in mixture with grasses. *Plant, Soil and Environment*, 2010, 56 (3): 111–119.
- HECTOR, A., BAGCHI, R. 2007. Biodiversity and ecosystem multifunctionality. In *Nature* 2007 (448) 7150: 188-190.
- HOUDEK, I. 2010. Perspektivní druhy a odrůdy trav a jetelovin z ŠS Hladké Životice, s.r.o. In *Kvalita píce z travních porostů a chov skotu v měnících se ekonomických podmínkách : Sborník z celostátní vědecké konference s mezinárodní účastí konané 14.října 2010 v sále zámku Kunín*. Praha : VÚRV, v.v.i. Praha-Ruzyně, Výzkumná stáice Jevíčko, 2010, s.61-67. ISBN 978-80-7427-043-7.
- HOUDEK, I. 2014. Praktické poznámky ke kvalitě píce trav při postupné sklizni. In *Pícninářské listy*, ročník XX, 2014, s.56-59. ISBN 978-80-87091-50-0.
- HOUDEK, I. 2016. Nové odrody MRH, ich vlastnosti a využitie. Osobná informácia.
- HOUDEK, I. 2019. Nové odrody MRH a ich využitie. Osobná informácia.
- HOUDEK, I. 2021. Nové odrody MRH a ich využitie v čistých kultúrach a v miešankách. Osobná informácia.
- ILAVSKÁ, I., JANČOVÁ, M. 2021. Uplatnenie medzirodových hybridov tráv a ďatelinovín v intenzívnych systémoch pestovania. Priebežná správa RP VaV, NPPC-VÚTPHP Banská Bystrica, 2021. 50 s.
- KOPECKÝ, D. a kol. 2006. Genomic constitution and evolution in *Lolium* x *Festuca* hybrid cultivars (Festulolium). In *Theoretical Applied Genetetics*, [online]. 2006, roč. 113, č. 4 s. 731-742. [cit. 2010-22-08] Dostupné: [internet:http://www.springerlink.com/content/v404x03g85rm6644/fulltext.pdf](http://www.springerlink.com/content/v404x03g85rm6644/fulltext.pdf). ISSN 1432-2242.
- KOŠTIELNIAK, J., FILEK, W., BIESAGA-KOŠTIELNIAK, J. 2006. The effect of drought stress on chlorophyll fluorescence in *Lolium* - *Festuca* hybrids. In *Acta Physiologiae Plantarum* [online]. 2006, roč. 28, č. 2, s. 149-158. [cit. 2010-22-08] Dostupné na internete: <http://www.springerlink.com/content/k0nk13h04hu20063/fulltext.pdf>. ISSN 1861-1664.
- MACLEOD, C.J.A., HUMPHREYS, M.W., WHALLEY, W.R., TURNER, L., BINLEY, A., WATTS, C.W., SKØT, L., JOYNES, A., HAWKINS, S., KING, I.P., O'DONOVAN S., HAYGARTH, P.M. 2013. A novel grass hybrid to reduce flood generation in temperate regions. *Scientific Reports* 2013, 3, 1683; doi:10.1038/srep01683.
- SKLÁDANKA, J. a kol. 2014. Pícninářství. 1. vyd. , 2014. 368 s. ISBN 978-80-7509-111-6
- TAYLOR, N. L., QUEESENBERY, K. H. Red Clover Science. Kluwer Academic Publishers, 1996, s. 226.

Monitoring trávneho porastu v Ľubochňanskej doline

Monitoring of grassland in the Ľubochňanska valley

Vladimíra Vargová, Zuzana Kováčiková, Janka Martincová, Štefan Pollák, Jozef Čunderlík, Ľubomír Hanzes, Norbert Britaňák, Ľubica Jančová

NPPC-Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva, Mládežnícka 36, 974 21 Banská Bystrica, Slovenská republika, E-mail: vladimira.vargova@nppc.sk

ABSTRACT

The aim of research was to review botanical and soil characteristics as well as the quality of grassland in the Ľubochňanska valley in the recommended management of grasslands. The following research localities with different altitude were monitored: Sihla (526 m a.s.l.), Chmelinec (834 m a.s.l.), Jubilejný háj (527m a.s.l.), Ríglík (701 m a.s.l.) and Vyšná Jarabínska (689 m a.s.l.). The botanical composition of grassland and quality (E_{GO}) was determined. The results of monitoring showed the valuable to the less valuable grassland (E_{GO} 58.63 – 61.38) in three localities (Jubilejný háj, Vyšná Jarabínska, Sihla). Other sites had a few-rated to less valuable grassland. The best dry matter (DM) production (2.71 t/ha) was at the site Jubilejný háj. At the other sites, the soil was characterized by an extremely acidic to poorly acidic soil reaction, with a high content of humus and nitrogen (N), a very low content of phosphorus (P), a good to sustained content of potassium (K) and a high to very high magnesium (Mg) content. The content of crude protein substances increased, from 136.08 to 158.21 g/kg.

KEYWORDS: altitude, botanical composition, evaluation of grassland quality, grasslands, soil reaction

ÚVOD

Ekosystém trvalých trávnych porastov spolu s lesnými ekosystémami v krajine s pestrými geograficko-klimatickými, reliéfnymi a pedologickými podmienkami predstavujú prírodné dedičstvo a nenahraditeľným genofondom (NOVÁK, 2008a). Trávny ekosystém je v relatívnej rovnováhe s komplexom stanovištných podmienok. Optimálne zloženie trávnych porastov je základom kvality krmu. Kvalitný porast má pozostávať z 50 – 60 % tráv, 10 – 30 % leguminóz a zvyšok by mali tvoriť hodnotné lúčne a pasienkové byliny (BUCHGRABER, 2002). Pre trvalo udržateľnosť trávneho porastu musí byť zásah človeka do trávneho ekosystému pravidelný (NOVÁK, 2008b).

Trávne porasty sú zdrojom tradičných rastlinných druhov, prírodného bohatstva krajiny a svojou rôznorodosťou predstavujú najvyššiu diverzitu rastlinných druhov na poľnohospodárskej pôde na ploche 25 m² až 70 druhov (NOVÁK, 2008a). Rastliny majú kľúčovú úlohu v ekosystémovej vyrovnanosti a preto sú nevyhnutné pre udržateľnosť životného prostredia. Okrem tejto hodnoty predstavujú rastliny pre človeka ekonomickú a kultúrnu hodnotu, pretože nám dávajú jedlo, krmivo pre zvieratá, vláknu a aj farmaceutické výrobky (MARTINS a OLIVEIRA, 2016). Druhovú zloženie trávnych porastov je výsledkom pôsobenia interakcií všetkých ekologických faktorov v ekosystéme a zároveň spôsobu a intenzity využívania. Dôležitým faktorom zodpovedným za zmeny v rastlinných spoločenstvách sú zmeny vo využívaní pôdy a zlepšovaní poľnohospodárskych systémov, ktoré majú výrazný vplyv na vegetáciu (KACKI a HEGEDŮŠOVÁ, 2019). Najvýznamnejšími ekologickými faktormi pôsobiacimi na druhové zloženie, produkciu a kvalitu krmu trávnych porastov sú vodný a živinový režim. Hnojenie zvyšuje produkciu využiteľnej biomasy všetkých druhov v poraste. Produkcia sušiny trávneho porastu je závislá od distribúcie a spôsobu využitia asimilátov medzi nadzemnou a podzemnou časťou trávneho porastu, pričom je potrebné

zohľadniť úbytok sušiny v procese respirácie (VOZÁR a JANČOVIČ, 2014). Cieľom príspevku bolo zhodnotenie floristických, pôdných charakteristík a kvality trávneho porastu v Ľubochnianskej doline.

MATERIÁL A METÓDY

Monitoring trávneho porastu sme realizovali v rokoch 2019 a 2020 v Ľubochnianskej doline na piatich lokalitách s rôznou nadmorskou výškou. Sledované lokality sú uvedené v tabuľke 1. Analyzovali sme floristické zloženie trávneho porastu pomocou štandardnej metodiky mapovania nelesných biotopov v trojbodovej Tansleyho stupnici (1- menej ako 1 %, 2 - 1 až 50 %, 3- viac ako 50 %) pri jednorazovom prechode danou plochou (ŠEFFER *et al.*, 2002). Z fytocenologických zápisov sme určili bonitáciu trávneho porastu EGQ (EGQ – Evaluation of grassland quality) podľa NOVÁKA (2004), ktorá sa vypočítala pomocou kŕmnej hodnoty (FV – Forage value) jednotlivých druhov a ich percentuálneho podielu v trávnom poraste. Pred prvou kosbou sme odobrali vzorky fytomasy, v prvom roku (2019) v mesiaci júl a v druhom roku (2020) v mesiaci jún. Určili sme produkciu sušiny a vo vzorkách fytomasy sme laboratórne stanovili obsah dusíkatých látok, P, K, Ca, Mg a Na. Pôdne vzorky sme odobrali v jesennom období (október) z hĺbky 0 - 150 mm. Z odobratých pôdných vzoriek sme stanovili pH v KCl, C_{ox}, N, P, K a Mg podľa Vyhlášky MPRV SR Zz. č. 151/2016. Z klimatického hľadiska danú lokalitu môžeme zaradiť do chladnej agroklimatickej oblasti, agroklimatického okrsku C1 – mierne chladného, veľmi vlhkého s teplotou v júli ≥ 12 °C až < 16 °C a dlhodobým ročným úhrnom zrážok 955 mm.

Tabuľka 1 Charakteristika sledovaných lokalít

Table 1 Characteristics of monitored sites

Lokalita ¹	Nadmorská výška ² (m)	Zemepisná šírka ³	Zemepisná dĺžka ⁴
Sihla	526	49°04'24,179	19°09'10,882
Chmelinec	834	49°05'1,8240	19°08'28,941
Jubilejný háj	527	49°03'52,251	19°09'11,627
Ríglik	701	49°00'23,780	19°09'13,988
Vyšná Jarabínska	689	49°00'6,6880	19°08'22,750

¹Localities, ²Altitude, ³Latitude, ⁴Longitude

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Ľubochnianska dolina, patrí do oblasti Veľkej Fatry, pôdy sú rendziny modálne na karbonátovom materiáli náplavových kužeľov a zvetralín pevných karbonátových hornín a kambizeme, kyslé situované na kryštaliniku. Pôdy na kryštaliniku sú kyslejšie a chudobnejšie na živiny. Vlastnosti pôd sú ovplyvňované edafickými faktormi ako geologický podklad, pôdny druh a pôdny typ (SKLÁDANKA *et al.*, 2014). Dostupnosť živín v pôde sa mení pôsobením zrážok, teploty, vetra, pôdneho typu a pôdnej reakcie (MAATHUIS, 2009). Pôdna reakcia na sledovaných lokalitách, bola nízka a oscilovala od 3,72 do 5,98. To znamená extrémne kyslú pôdnu reakciu, ktorá bola na troch lokalitách (Sihla, Chmelinec, Jubilejný háj) až slabo kyslú reakciu (Tabuľka 2). Najnižší obsah humusu, dusíka sa zistil na lokalite Jubilejný háj. Na lokalite Vyšná Jarabínska boli maximálne hodnoty obsahu humusu a aj dusíka v pôde, až 7,08 g.kg⁻¹, čo znamená veľmi vysoký obsah dusíka v pôde. Zásoba prijateľného fosforu v pôde bola veľmi nízka na všetkých lokalitách, najvyššia z nich bola na lokalite Jubilejný háj (4,91 g.kg⁻¹). Pôda na lokalitách sa vyznačovala vyhovujúcim obsahom draslíka s výnimkou dvoch lokalít (Sihla, Jubilejný háj), ktoré ho mali v nízkej zásobe. Horčík bol v dobrej až vysokej zásobe na lokalitách Sihla, Chmelinec a Jubilejný háj. Na ostatných lokalitách bol jeho

obsah v pôde veľmi vysoký. KOBZA *et al.*, (2010) uvádzajú, že naše pôdy sú dobre zásobené horčíkom, s čím korešpondujú aj nami zistené výsledky.

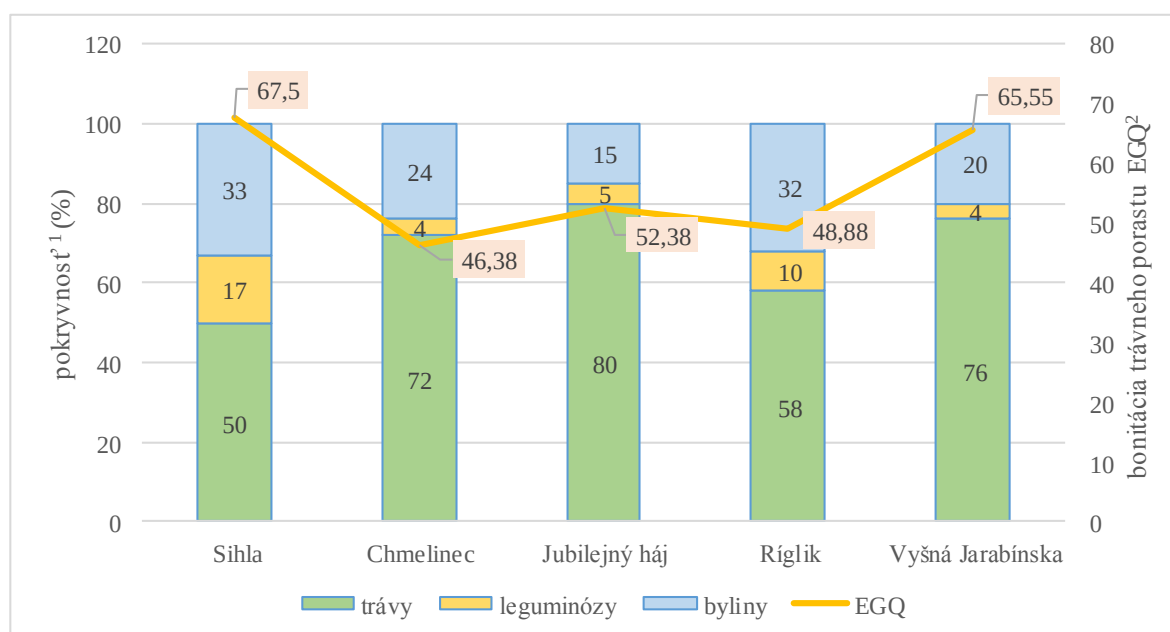
Tabuľka 2 Agrochemický rozbor pôd (jar 2019)
Table 2 Agrochemical analysis of soils (spring 2019)

Lokalita ¹	pH/ KCl pH ²	Cox ³ g.kg ⁻¹	Humus g.kg ⁻¹	N g.kg ⁻¹	P mg.kg ⁻¹	K mg.kg ⁻¹	Mg mg.kg ⁻¹
Sihla	4,15	28,95	49,91	2,99	1,57	86,70	166,12
Chmelinec	3,72	36,15	62,32	4,87	1,11	106,74	223,62
Jubilejný háj	4,27	13,35	23,02	1,72	4,91	90,81	238,16
Ríglik	5,98	42,45	73,18	4,33	0,70	106,74	1147,09
Vyšná Jarabínska	5,85	64,05	110,42	7,08	1,38	102,83	1215,54

¹Localities, ²Soil reaction,

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). Pokryvnosť floristického zloženia porastov bolo rozdielne, je uvedené na obrázku 1. Druhovo bohatý porast bol na lokalitách Sihla a Chmelinec. Na Sihle v poraste dominovali druhy: *Leontodon hispidus* L., *Agrostis capillaris* L., *Rhinanthus minor* L., *Leucanthemum vulgare* L., *Trifolium pratense* L., *Lotus corniculatus* L.. Lokalitu Chmelinec prezentovali druhy ako *Trifolium montanum* L., *Festuca rubra* L., *Leontodon hispidus* L., *Nardus stricta* L., *Poa chaixii* L., *Brachypodium pinnatum* L., *Briza media* L., *Anthoxanthum odoratum* L., s výskytom ohrozených druhov *Platanthera bifolia* L.(Rich), *Gymnadenia conopsea* L.

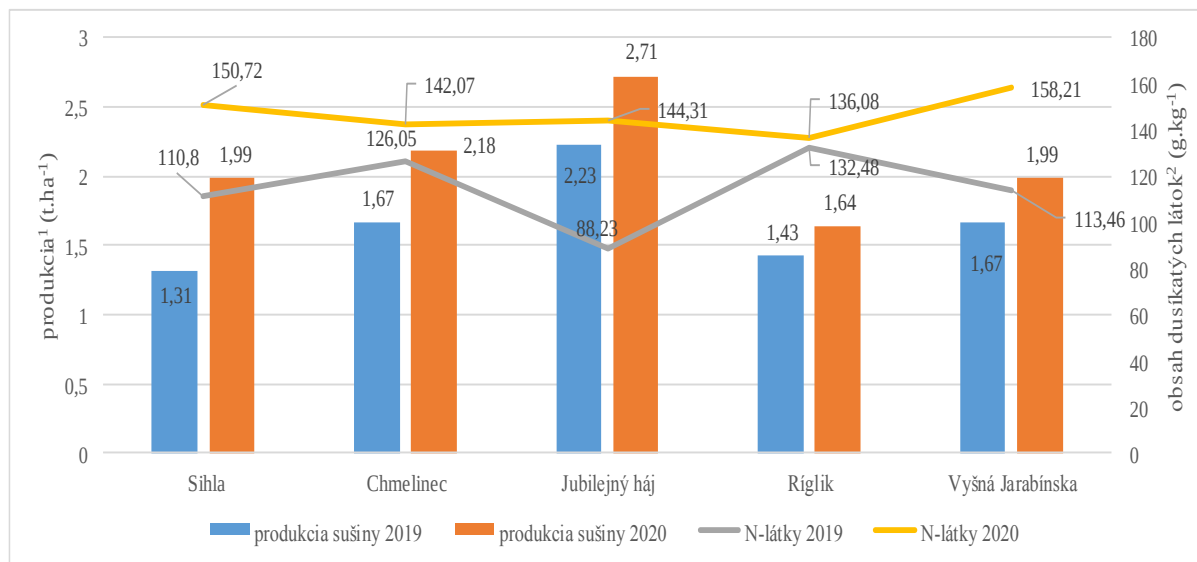
Vlhkomilný druhovo pestrý porast bol na lokalite Jubilejný háj s dominujúcimi druhmi, ako *Leontodon hispidus* L., *Agrostis capillaris* L., *Festuca pratensis* L., *Alchemilla vulgaris* L., *Trisetum flavescens* L., *Trifolium pratense* L. Lokalita Ríglik mala dominantné druhy: *Trifolium pratense* L., *Leontodon hispidus* L., *Rhinanthus serotinus* L., *Petasites hybridus* L.



Obrázok 1 Pokryvnosť floristického zloženia a bonitácia trávneho porastu
Figure 1 Coverage of the floristic composition and evaluation of the grassland

¹Coverage, ²Evaluation of the grassland

Vyšná Jarabínska je lokalita s produkčným druhovo bohatým porastom s prevládajúcimi druhmi: *Festuca rubra* L., *Anthoxanthum odoratum* L., *Nardus stricta* L., *Trifolium pratense* L. Na tejto lokalite sme zaznamenali aj výskyt chráneného duhu *Gymnadenia conopsea* L. Kvalitu trávneho porastu sme určili pomocou bonitácie trávneho porastu. Na lokalite Sihla bola kvalita trávneho porastu s hodnotou E_{GQ} 67,50, čo znamená menejhodnotný až hodnotný trávny porast. Do tejto kategórie bonitácie (kvality) trávneho porastu zaraďujeme aj lokality Jubilejný háj (E_{GQ} 52,38) a Vyšná Jarabínska (E_{GQ} 65,50). Málo hodnotný až menejhodnotný trávny porast z hľadiska bonitácie porastu sme zaznamenali na lokalitách Chmelinec a Ríglík, kde boli hodnoty E_{GQ} 46,38 a 48,88 (Obrázok 1).



Obrázok 2 Produkcia sušiny a obsah dusíkatých látok na monitorovaných lokalitách
Figure 2 Dry matter production and crude protein in monitored localities

¹Dry matter production, ²Crude protein

Obsah dusíkatých látok v roku 2019 osciloval od 88,23 g·kg⁻¹ na lokalite Jubilejný háj do 132,48 g·kg⁻¹ na lokalite Ríglík. V ďalšom roku sa koncentrácia dusíkatých látok zvýšila na všetkých lokalitách a obsah bol v optimálnom intervale pre zvieratá. Lokalita Jubilejný háj mal najvyšší obsah dusíkatých látok, s nárastom o 63,56 %.

Tabuľka 3 Obsah minerálnych látok v sušine fytomasy (g·kg⁻¹) na monitorovaných lokalitách

Table 3 Content of nutrients in phytomass dry matter (g/kg) in monitored localities

Lokalita ¹	Rok ²	P g·kg ⁻¹	K g·kg ⁻¹	Ca g·kg ⁻¹	Mg g·kg ⁻¹	Na g·kg ⁻¹
Sihla	2019	2,44	24,22	8,27	3,30	0,26
	2020	2,66	26,48	8,90	3,47	0,32
Chmelinec	2019	2,23	31,95	9,49	2,56	0,26
	2020	2,87	25,81	8,31	2,74	0,31
Jubilejný háj	2019	2,78	23,51	7,44	2,71	0,26
	2020	4,17	25,91	10,03	3,78	0,27
Ríglík	2019	2,71	28,35	10,11	4,75	0,27
	2020	2,87	24,18	9,99	5,03	0,29
Vyšná Jarabínska	2019	2,49	23,06	8,43	4,03	0,24
	2020	2,70	22,24	8,06	3,23	0,27

¹Localities, ²Year

Na daných lokalitách bol obsah fosforu v roku 2019 od 2,23 do 2,78 g.kg⁻¹, čo predstavuje nízku koncentráciu (Tabuľka 3). Pre zvieratá je odporúčaná koncentrácia fosforu nad 3,0 g.kg⁻¹. V ďalšom roku sa zvýšila koncentrácia na všetkých lokalitách, najvyššia 4,17 g.kg⁻¹ bola na lokalite Jubilejný háj. Zvýšenie bolo o 0,16 g.kg⁻¹ (Ríglik) do 1,39 g.kg⁻¹. Obsah draslíka, vápnika a horčíka prevyšoval z krmovínarskeho hľadiska požadované hodnoty prijateľného rozpätia pre potreby zvierat. Najvyšší obsah horčíka v obidvoch rokoch sme zaznamenali na lokalite Ríglik. Koncentrácia sodíka je všeobecne nízka, dopĺňa sa lyzmi pre zvieratá, ktoré sa umiestňujú na pasienok.

ZÁVER

Príspevok prezentuje monitoring trávneho porastu v Ľubochianskej doline v období rokov 2019 – 2020. Lokality sa vyznačovali extrémne kyslou až slabo kyslou pôdnou reakciou, s nízkym až vysokým obsahom humusu, dusíka, veľmi nízkym obsahom prijateľného fosforu v pôde, vyhovujúcim obsahom draslíka a vysokým až veľmi vysokým obsahom horčíka. Trávny porast bol hodnotený na troch lokalitách (Sihla, Jubilejný háj, Vyšná Jarabínska) ako hodnotný až menejhodnotný, s najvyššou produkciou sušiny 2,71 t.ha⁻¹ na lokalite Jubilejný háj. Skoršia prvá kosba v roku 2020 na všetkých lokalitách zvýšila obsah dusíkatých látok o 2,70 až 63,56 %. Najvyšší obsah sme zaznamenali na lokalite Vyšná Jarabínska (158,21 g.kg⁻¹). Pri obhospodarovaní trávnych porastov má odporúčaná skoršia prvá kosba pozitívny vplyv na produkciu a kvalitu fytomasy na sledovaných lokalitách, a tým zabezpečí dostatok krmiva pre zvieratá.

POĎAKOVANIE

Projekt je spolufinancovaný Európskou úniou z prostriedkov Európskeho fondu regionálneho rozvoja v rámci programu cezhraničnej spolupráci Interreg V-A Poľsko – Slovensko 2014 – 2020. Príspevok vznikol v rámci projektu „Spoločne za zachovanie a obnovu biodiverzity karpatských horských ekosystémov“. Výhradnú zodpovednosť za obsah tejto publikácie nesú jej autori a nedá sa stotožniť s oficiálnym stanoviskom Európskej únie.

LITERATÚRA

- BUCHGRABER, K. 2002. EU Beitritt Tschechiens aus landwirtschaftlicher Sicht. In *Obhospodarování travních porostů a jejich využívání skotem v době přibližování ČR do Evropské unie*. Praha : VÚRV, 2002, s. 21-24.
- KĄCKI, Z., HEGEDŮŠOVÁ, K. 2019. Plant community responses to changes in management. In *Biologia*, 74, 4, 2019, pp. 335-337 <https://doi.org/10.2478/s11756-019-00228-9>
- KOBZA, J. et al. 2010. Aktuálny stav a vývoj obsahu fosforu, draslíka a horčíka v poľnohospodárskych pôdach Slovenska. In *Agrochémia*, roč. 50, 2010, č.1, s. 3-8.
- KOVÁČ, M., ČUPKA, V., KACEROVSKÝ, O., KRÁČMAR, S., LABUDA, J., PAJTÁŠ, M. 1989. Výživa a kŕmenie hospodárskych zvierat. 1.vyd. Bratislava: Príroda, 1989, s.128-144.
- LABUDA, J. et al. 1979. Racionalizácia výživy a kŕmenia hovädzieho dobytku a ošípaných. Bratislava : SZN, 1979. 224 s.
- MAATHUIS, F. 2009. Physiological function of mineral macronutrients. In *Current Opinion in Plant Biology*, 12, 2009, vol. 3, s. 250-258.
- MARTINS-LOUÇÃO, M.A.,GAIO-OLIVEIRA, G. 2017. New Challenges to Promote Botany's Practice Using Botanic Gardens: The Case Study of the Lisbon Botanic Garden. In *Plant Biodiversity: Monitoring, Assessment and Conservation*, 2017, pp.1-17.
- MRKVIČKA, J., VESELÁ, M. 2002. The influence of long-term fertilization on species diversity and yield potential of permanent meadow stand. In *Rostlinná výroba*, 2002, roč. 48, č. 2, s. 69 – 75.
- NOVÁK, J. 2004. Evaluation of grassland quality. In *Ekológia* (Bratislava), 23, (2), 2004: 127-143.
- NOVÁK, J. 2008a. Obnova pasienkov na karpatských salašoch. Nitra : NOI – ÚVTIP, Bratislava, 2008: 200.
- NOVÁK, J. 2008b. Pasienky, lúky a trávniky. Prievidza : Patria I. spol. s r. o. , 2008: 708.
- SKLÁDANKA, J. et al. 2014. Picinářství. Brno : MU, 2014, 368 s.

- ŠEFFER, J., LASÁK, R., GALVÁNEK, D., DRAŽIL, T. 2002. Metodika mapovania biotopov. In STANOVÁ, V., VALACHOVIČ, M., (eds.) 2002. *Katalóg Biotopov Slovenska*. DAPHNE - Inštitút aplikovanej ekológie, Bratislava, 2-5 p.
- VOZÁR, Ľ., JANČOVIČ, J. 2014. Ošetrovanie travných porostů. In Skládanka, J. *et al.* *Pícninářství*. Brno : MU, 2014, s. 225-245.
- ZEMAN, L. *et al.* 2006. Výživa a krmení hospodářských zvířat. Praha : Profi Press. 2006. 360 s.

Vplyv hnojenia na produkciu nadzemnej a podzemnej biomasy opusteného trávneho porastu

Effects of mineral fertilization on above- and belowground dry matter production of an abandoned grassland

Norbert Britaňák¹, Ľubomír Hanzes¹, Iveta Ilavská¹

¹NPPC-Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva-Regionálne výskumné pracovisko, Dr. Gašperika 599, 033 01 Liptovský Hrádok, Slovenská republika, E-mail: norbert.britanak@nppc.sk

ABSTRACT

In the mountainous area of Slovakia we assessed influence different management approach applied on former an abandoned grassland. An evaluation was detected in the period between 2013 and 2020 on aboveground biomass, mat and roots, and their sum, as well. Treatments under evaluation were as follows: 1) non-managed control, 2) once-a-year mown grassland, 3) twice-a-year mown grassland with application of phosphorus and potassium fertilizers applied, 4) twice-a-year mown, 5) mulching once-a-year, 6) lower dose of nitrogen + PK fertilizers with mowing twice-a-year, common to treatments 7 and 8 are higher doses of nitrogen and with difference in cutting frequency: treatment 7) twice-a-year and 8) by three times a growing period. Our results show that for the preservation of semi-natural grassland and its non- and production function, it is appropriate to use either the minimum exploitation – represented by once-a-year mowing, or intensive use – i.e. application of mineral fertilizers with accompanying three cuts a growing season. Overall, mulching has a negative effect. Therefore such management must remain a complementary management tool, only.

KEYWORDS: abandoned grassland, mineral fertilization, above- and belowground biomass production

ÚVOD

Všetky pozemské ekosystémy pozostávajú z nadzemných a podzemných častí, ktoré ovplyvňujú spoločensvá procesmi a vlastnosťami (WARDLE et al., 2004). Trvalé trávne porasty sú najrozšírenejšie a ekologicky stabilné vegetačné typy. V strednej Európe, v podmienkach mierneho pásma predstavujú prevažne sekundárne spoločensvá, preto je pre ich udržiavanie potrebná zámerná činnosť človeka. Ich manažment zohráva významnú úlohu vo výžive zvierat, umožňujúc výrobu aj v regiónoch nie príliš vhodných pre produkciu poľných plodín na priamu humánnu spotrebu (LAMPKIN et al., 2015). Ak ich exploatacia absentuje, dochádza k pustnutiu. LOREAU (1998) uvádza, že výsledkom je progresívne nahradenie druhov s vysokou kolonizačnou schopnosťou a rýchlym rastom (v našom ponímaní trávobylinné spoločensvo) za druhy, ktoré sú charakteristické svojou veľkosťou a dlhším životným cyklom (kroviny a dreviny). Na zastavenie negatívneho vývoja spojeného s pustnutím sme pristúpili k obhospodarovaniu rôznymi spôsobmi od ponechania samovoľnému vývoju, cez extenzívne, polo-intenzívne až po intenzívne spôsoby manažmentu trávnych porastov.

V predloženom príspevku nulová hypotéza predpokladá, že aplikácia priemyselných minerálnych hnojív neovplyvňuje jednotlivé zložky primárnych producentov: produkciu sušiny nadzemnej fytohmoty, množstvo mačiny a koreňov, rovnako aj celý trávny ekosystém aluviálnej lúky v horskom prostredí.

MATERIÁL A METÓDY

Experiment bol založený na trávnom poraste, v tom čase opustený približne 15 rokov. Plocha sa nachádza v katastri Liptovskej Tepličky, v nadmorskej výške 990 m. Opustený trávny porast aluviálneho stanovišťa pozostával z krmovinársky menej hodnotných rastlinných druhov, do ktorého už prenikali dreviny: *Picea abies*, *Alnus glutinosa* a *Rosa canina*. Od toku rieky sa zasa rozširovali porasty *Salix* sp.

Na zastavenie sukcesie smerom k lesnej vegetácii, resp. na čo najrýchlejšiu premenu opusteného trávneho porastu späť na krmovinársky cenný porast sme použili rôzne pratotechnické zásahy, ktoré sa porovnávali s variantom 1 kontrolou, ktorá bola ponechaná samovoľnému vývoju. Variant 2 predstavoval jedno využívanie kosbou ročne – v čase maxima vytvorenej nadzemnej fytomasy. Variant 3 pozostával z aplikácie fosforečných ($30 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) a draselných ($60 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) hnojív pri dvoch kosbách ročne. Variant 4 to sú vykonávané dve kosby počas vegetačného obdobia a bez aplikácie hnojív. Variant 5 je každoročné mulčovanie v čase maximálnej tvorby nadzemnej fytomasy. Na variant 6 sa okrem PK hnojív aplikovali aj dusíkaté hnojivá v dávke $\text{N } 45 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ pri dvojkosnom využití. Varianty 7 a 8 boli výškou aplikovaných hnojív totožné ($\text{N } 90 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} + \text{PK}$), ale líšili sa frekvenciou využívania. Variant 7 je dvojkosný a variant 8 trojkosný. V každej kosbe sa z plochy variantu, v troch opakovaniach, stanovuje produkcia sušiny nadzemnej fytomasy. Výnimku predstavuje kontrolný variant, kde z príľahlej plochy, rovnako nevyužívanej sa odoberá množstvo vytvorenej fytomasy z jedného metra štvorcového, tak aby sa nezasahovalo do plochy kontrolného variantu. Každoročne po ukončení vegetačného obdobia sa z každého opakovania odoberajú vzorky koreňov pomocou oceľových valcov. Po odbere sa sušia na vzduchu. Po vysušení sa odmeria hrúbka mačiny a zvyšok, ktorý predstavuje pôdny profil s koreňmi. Mačina a korene sa oddelia. Premývajú. Vysušia pri teplote $105 \pm 2^\circ \text{C}$ na stanovenie množstva sušiny. Množstvo koreňov sa štandardizuje na hĺbku pôdy 0,10 m prepočtom: $m \times 0,10/l$, kde m je hmotnosť koreňovej hmoty; 0,10 faktor na prepočet 0,10 m a l je dĺžka valca pôdneho profilu, v ktorom sa nachádza množstvo koreňov.

Produkcia trávneho ekosystému sa z každého variantu matematicky a štatisticky vyhodnocuje v časovom období ôsmich rokov: 2013-2020, pomocou analýzy variancie s testovaním rozdielov. Vzhľadom na to, že časť informácií je ukrytá aj v celkovom obhospodarovaní: hnojené a nehnojené varianty, alebo intenzifikácia dodávaných živín: nehnojené varianty, PK variant, NPK varianty, pristúpili sme aj k neparametrickej analýze variancie a ich silu navyše hodnotíme pomocou Spearmanovho korelačného koeficienta poradia (ρ).

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Celková produkcia sušiny trvalého trávneho porastu a jeho jednotlivých zložiek na aluviálnej lúke sú uvedené v tabuľke 1. Extenzívne varianty, t.j. varianty bez aplikácie priemyselných minerálnych hnojív vyprodukovali menej nadzemnej fytomasy než varianty s ich aplikáciou ($\chi^2=71,8$; $\text{Df}=1$; $P<0,001$). A to aj napriek tomu, že každoročný nárast nadzemnej fytomasy na nevyužívanej kontrole a na variante s mulčovaním prispieva k uzatvorenému cyklu živín. Pričom s intenzitou ($\chi^2=77,5$; $\text{Df}=2$; $P<0,001$) hnojenia (nehnojené, PK hnojenie a NPK hnojenie) produkcia sušiny stúpa ($\rho=0,63$; 0,001). Výsledky produkcie sušiny nadzemnej fytomasy ovplyvňuje pestovateľský ročník, variant aj ich vzájomná interakcia (tabuľka 2).

Mačina predstavuje hmotnostne najväčšiu zložku aluviálneho trávneho porastu. Táto časť sa preukazne mení v jednotlivých ročníkoch. Najmenšie množstvo bolo zaznamenané na variante ošetrovom mulčovaním raz ročne. Preukazne sa odlišovalo od kosných variantov: jedna kosba ročne a tri kosby ročne spolu s aplikovaním vyššej dávky dusíka. Ďalšie diferencie sa nezaznamenali. Uvedené je spôsobené tým, že mulčovaním dochádza k akumulácii zobratelnej trávnej hmoty, ktorá sa v druhej polovici vegetačného obdobia rozkladá. Tento materiál pozvoľne klesá na povrch pôdy, pričom sa vytvárajú medzery a priestor pre činnosť makroedafónu (BRITÁŇÁK et al., 2021). Uvedené dokladuje aj tabuľka 3, ktorá uvádza výšku

mačiny. Napriek tomu, že mačina mulčovaného trávneho porastu je preukazne druhá najvyššia, jej najnižšia hmotnosť tak poukazuje na najnižší špecifický objem – hustotu. Naopak najvyššia hmotnosť mačiny bola zaznamenaná na dvoch „extrémnych“ variantoch. Najvyššia vôbec na variante obhospodarovanom jednou kosbou ročne (variant 2 – tabuľka 1) a variante 8 (tri kosby + NPK hnojenie). Každoročným odobieraním sušiny nadzemnej fytohmoty a bez saturácie odobieraných živín dochádza k zahusťovaniu mačiny. Sprievodným javom je aj nárast hrúbky mačiny – najvyšší zo všetkých kosných variantov (tabuľka 3). Aj NIKLAUS et al. (2001) hovoria o poklese produktivity v dôsledku vyčerpávania živín a posun v druhovom zložení, najmä v prostredí iniciálne bohatom na živiny a ich nahradením druhmi, ktoré sú lepšie prispôsobené na menej produktívne stanovištia. V danej situácii, sú to druhy, ktoré sú nižšieho vzrastu a v prevažnej miere sa rozmnožujú vegetatívne. Avšak na najintenzívnejšie využívanom variante dochádza k redukcii výšky mačiny so sprievodným nárastom jej hmoty. Intenzívna exploatácia tohto typu variantu tak prispieva k zahusťovaniu jeho mačiny. LOREAU (1998) uvádza, že vo všeobecnosti sa ekosystémy vyvíjajú smerom k zvýšenej produkcii a biomase. Pri porovnaní oboch variantov (variant 2 a 8) možno hovoriť, že oba prispievajú k stabilite ekosystému aluviálnej lúky. Rozdiel je v tom, že variant 8 poskytuje pridanú hodnotu vo vyššej produkcii a jej kvalite. Prerozdelenie variantov na nehnojené a hnojené i podľa narastajúcej intenzity hnojenia neposkytuje žiadne diferencie medzi skupinami.

Tabuľka 1 Produkcia jednotlivých častí ekosystému trávneho porastu (g.m⁻²)
Table 1 Dry matter of compartment of grassland ecosystem (g.m⁻²)

Variant ¹	1	2	3	4	5	6	7	8
NF ²	315,61	246,87	393,86	264,36	284,16	432,35	494,69	478,52
Mačina ³	1321,65	1403,39	1133,75	1092,35	980,88	1098,72	1184,70	1361,99
Korene ⁴	775,13	919,04	671,33	595,64	619,46	638,65	622,72	545,48
Spolu ⁵	2412,39	2569,30	2198,94	1952,35	1884,5	2169,72	2302,11	2385,99

¹ Treatment, ² Nadzemná fytohmota – Aboveground biomass, ³ Mat – tillering zone, ⁴ Roots, ⁵ Sum

MOKANY et al. (2006) uvádzajú, že trávne porasty mierneho pásma majú najväčšie množstvo koreňov. Kvantita koreňovej hmoty sa medzi variantmi líšila na hranici marginality, t.j. P=0,1; preto nemožno prijať a ani zamietnuť hypotézu o tom, že hnojenie, vrátane spôsobu obhospodarovania aluviálneho trávneho porastu ne/ovplyvňuje množstvo koreňovej hmoty v pôde do hĺbky 0,10 m. Rovnako neboli zistené rozdiely medzi nehnojenými a hnojenými variantmi ($\chi^2=2,66$; Df=1; P=0,10), alebo stúpajúcou intenzitou hnojenia ($\chi^2=2,73$; Df=2; P=0,25).

Celková biomasa trávneho porastu v alúviu rieky Čierny Váh bola ovplyvnená priebehom poveternostných podmienok v jednotlivých pestovateľských ročníkoch a v menšej miere aj aplikáciou priemyselných hnojív (tabuľka 2). Najvyššia celková biomasa bola zaznamenaná na variante 2 s jednou kosbou ročne. Tento variant pozostával z preukazne vyššej celkovej biomasy než sa prezentovali varianty dve kosby ročne a mulčovania raz ročne. Ďalšie porovnávanie neboli signifikantné. Zoskupenie podľa hnojenia a narastajúcej intenzity hnojenia neodhalili žiadny vplyv na tvorbu celkovej produkcie.

Relatívny podiel nadzemnej fytohmoty, ktorý je možné každoročne odoberať zobrazuje tabuľka 4. Rozdiely medzi variantmi sú preukazné (ANOVA $F_{7,184}=6,13$; P<0,001). Prerozdelenie na hnojené a nehnojené varianty poukazuje na to, že s aplikáciou hnojenia dochádza k zvyšovaniu relatívneho podielu nadzemnej fytohmoty na celkovej biomase ($\chi^2=33,6$; Df=1; P<0,0001). Nízke hodnoty nehnojených variantov sú v súlade so zisteniami WARDLE et al. (2004), ktorí hovoria o vysokom podiele primárnych producentov, ktorý zostáva v ekosystéme. Opak nastáva v úrodnejších podmienkach. Rovnako so stúpajúcou intenzitou hnojenia (p=0,43; P<0,001) tento podiel narastá ($\chi^2=35,2$; Df=2; P<0,001).

Tabuľka 2 Výsledky štatistického šetrenia zložiek trávneho ekosystému**Table 2 Results of statistical processing in grassland ecosystem compartments**

Ukazovateľ ¹	NF ⁵		Mačina ⁶		Korene ⁷		Spolu ⁸	
	F ⁹	P ¹⁰	F	P	F	P	F	P
Variant (V) ²	92,54	<0,001	2,573	0,016	1,752	0,102	2,53	0,018
Rok (R) ³	78,43	<0,001	27,91	<0,001	30,78	<0,001	29,21	<0,001
V×R ⁴	4,04	<0,001	1,062	0,386	1,064	0,383	1,065	0,381

¹ Characteristics, ² Treatment; ³ Year, ⁴ Interaction, ⁵ Nadzemná fytohmota – Aboveground biomass,

⁶ Mat – tillering zone, ⁷ Roots, ⁸ Sum, ⁹ Fisher's test, ¹⁰ Probability

Tabuľka 3 Hrúbka mačiny (mm)**Table 3 Toughness of tillering zone of alluvial grassland (mm)**

Variant ¹	1	2	3	4	5	6	7	8
Hrúbka ²	41,79 ^b	32,19 ^{ab}	28,15 ^a	30,67 ^a	38,04 ^b	30,02 ^a	29,00 ^a	26,52 ^a

¹ Treatment, ² Thickness of tillering zone

Tabuľka 4 Relatívny podiel produkcie nadzemnej fytohmoty k celkovej biomase (%)**Table 4 Relative amount of aboveground biomass to total biomass (%)**

Variant ¹	1	2	3	4	5	6	7	8
Podiel NF ²	0,151 ^a	0,117 ^a	0,219 ^b	0,163 ^a	0,171 ^{ab}	0,233 ^b	0,262 ^b	0,230 ^b

¹ Treatment, ² Relative amount of aboveground biomass

ZÁVER

Z výsledkov vyplýva, že pre dané a analogické pôdnoekologické podmienky pre zachovávanie trvalých trávnych porastov a ich produkčných a mimoprodukčných funkcií je vhodné buď využiť minimálnu exploatáciu reprezentovanú jednou kosbou ročne, alebo intenzívne využívanie, t.j. aplikácia priemyselných hnojív a kosné využívanie trikrát počas vegetačného obdobia. Negatívne pôsobí mulčovanie. Preto uvedené pratotechnické opatrenie musí zostať doplnkovým nástrojom obhospodarovania.

LITERATÚRA

- BRITAŇÁK, N., HANZES, E., ILAVSKÁ, I. 2021. Optimalizácia pratotechniky na aluviálnej lúke. *Roľnícke noviny* 92, 11 a13.
- LIMPIN, N.H., PEARCE, B.D., LEAKE, A.R., CREISSEN, H., GERRARD, C.L., GIRLING, R., LLOYD, S., PADEL, S., SMITH, J., SMITH, L.G., VIEWGER, A., WOLFE, M.S. 2015. *The Role of Agroecology in Sustainable Intensification*. Organic Research Centre and Game & Wildlife Conservation Trust, Newbury and Fordingbridge, 163 p.
- LOREAU, M. 1998. Ecosystem development explained by competition within and between material cycles. *Proceedings of the Royal Society of London B Biological Sciences*, 1390, 33-37.
- MOKANY, K., RAISON, R.J., PROKUSHKIN, A.S. 2006. Critical analysis of root : shoot ratios in terrestrial biomes. *Global Change Biology*, 12, 84-96.
- NIKLASU, P.A., LEADLEY, P.W., KÖRNER, C. 2001. A long-term field study on biodiversity × elevated CO₂ interaction in grassland. *Ecological Monographs*, 71, 341-356.
- WARDEL, D.A., BARDGETT, R.D., KLIRONOMOS, J.N., SETÄLÄ, H., van der PUTTEN, W.H., WALL, D.H. 2004. Ecological linkages between aboveground and belowground biota. *Science*, 304, 1629-1633.

Možnosti uplatnenia ovocných drevín v agrolesníckych systémoch na Slovensku

Possibilities of application of fruit trees in Slovakia within agroforestry

Eva Pekárová, Pavol Bezák

NPPC – Výskumný ústav pôdozvedectva a ochrany pôdy, Trenčianska 55, 821 09 Bratislava, Slovenská republika, E-mail: eva.pekarova@nppc.sk

ABSTRACT

The paper is focused on the use of fruit trees in agroforestry which falls into the category of alternative farming. In the first phase of the evaluation, the possibilities of using fruit trees in agroforestry systems were specified with regard to the type of land, especially on arable land and permanent grasslands to which extensive orchards and gardens have also been assigned. While in arable land, linear planting is considered inside or on the edge of soil blocks, in permanent grassland it is mostly scattered planting within plots. In the case of extensive orchards and gardens, it is a combination of linear and scattered plantings. In the second phase, the categorization of soil-climatic conditions of Slovakia was performed from the point of view of the requirements of individual fruit trees. Adapting the choice of fruit trees to habitat conditions is a basic precondition for their planting on arable land or permanent grassland to be beneficial both for increasing the ecological stability of the agricultural land and for diversifying agricultural activities. It should be recalled that weather fluctuations, including the occurrence of longer periods of drought, especially in lowland areas, will significantly determine the real benefits of integrating fruit trees into agroforestry systems. Although habitat conditions allow for a more even distribution of productive cultivation of fruit trees in the form of agroforestry on agricultural land, to factors that also determine the expansion of fruit trees belong tradition, technological equipment, including post-harvest processing of fruit and, of course, supplier-customer relations.

KEYWORDS: agroforestry systems, fruit trees, arable land, permanent grasslands

ÚVOD

Klimatická zmena je sprevádzaná čoraz výraznejšie extrémnymi výkyvmi počasia, ktoré v konečnom dôsledku ovplyvňujú pestovateľské podmienky v celej Európe. Jednotlivé štáty a ich organizácie zamerané na poľnohospodárstvo a lesníctvo tak reagujú na extrémne suchu, povodne a iné dôsledky rôznymi odporúčaniami a adaptačnými opatreniami. Z hľadiska mitigačných a adaptačných opatrení označila organizácia FAO agrolesníctvo ako jeden z najsilnejších nástrojov v súvislosti s klimatickou zmenou (Buttoud, 2013).

Aj na Slovensku sa dostávajú agrolesnícke systémy do popredia záujmu predovšetkým poľnohospodárov, nakoľko ponúkajú širokú škálu alternatívneho hospodárenia na pôde, ktoré kombinuje pestovanie drevín s jednou alebo viacerými formami poľnohospodárskej produkcie, prípadne chovu zvierat. Využívajú sa predovšetkým rýchlorastúce dreviny určené pre produkciu biomasy a podstatne menej sa využívajú ovocné dreviny, ktoré majú u nás dlhoročnú tradíciu. Koruny ovocných drevín vyvíjajúce sa desiatky rokov chránia pôdu pred teplotnými a vlhkovými výkyvmi a hlboký koreňový systém dokáže zásobiť strom živinami i v období sucha. Stromoradia a aleje ovocných drevín znižujú rýchlosť vetra, zatiaľ čo podzemný koreňový systém stabilizuje pôdu.

Najrozšírenejšie vysvetlenie pojmu agrolesníctva a možností uplatnenia tohto systému bolo rozpracované v 80-tych rokoch minulého storočia (The International Centre for Research in Agroforestry – ICRAF). Ako uvádza Dawkins (1997), agrolesníctvo predstavuje súhrnný

názov pre systémy a technológie riadenia a využívania pôdy, v ktorých sú viacročné dreviny cielene pestované s poľnohospodárskymi plodinami alebo zvieratami, a to v rôznych priestorových a časových usporiadaniach. Vo všeobecnosti sa jedná o krajinno-hospodársky manažment, v ktorom by mali byť v rovnováhe ekologické a ekonomické zložky (Sádlo a kol., 2005, 2008). Zároveň je možné konštatovať, že agrolesníctvo je hospodárenie na poľnohospodárskej alebo lesnej pôde v rôznych usporiadaniach, pričom sa využívajú tak poľnohospodárske ako aj lesnícke technológie (Sutuma, 1996). Kotrba (2014) charakterizuje agrolesníctvo ako poľnohospodársko-lesnícke systémy, pri ktorých je kombinovaná poľnohospodárska výroba a pestovanie drevín iba na poľnohospodárskej pôde. Inými slovami povedané, agrolesníctvo je integrácia drevín s poľnohospodárskymi plodinami a/alebo hospodárskymi zvieratami, pri využití benefitov vyplývajúcich z ekonomických, či ekologických interakcií (Sinclair, 1999; Ehrenbergerová, 2014).

Z uvedeného vyplýva, že sa nejedná o novú koncepciu, len o zdokonaľovanie pôvodných základov poľnohospodárskej produkcie z oblasti pôdnych, biologických, mikroklimatických a ekonomických vedných disciplín. Z ekonomického pohľadu je dnes považované agrolesníctvo predovšetkým za nástroj rozširujúci ponuku produktov, a to s maximálnym využitím úžitkových drevín, ktoré majú viacúčelové využitie.

MATERIÁL A METÓDY

Východiskovým materiálom k príspevku je Zámer národného projektu „*Ekonomicky efektívne a environmentálne akceptovateľné pôdohospodárstvo*“, ktorý v roku 2017 vypracoval Centrálny koordinačný orgán Úradu podpredsedu vlády SR pre investície a informatizáciu. Cieľ uvedeného projektu vychádza z potreby výrazného zvýšenia ekonomickej efektívnosti udržateľného hospodárenia na pôde, z produkčných, environmentálnych a spoločensko-ekonomických požiadaviek poľnohospodárskej, potravinárskej a lesníckej výroby. Jeho súčasťou je aj etapa 1.8 „*Agrolesnícke (agrodrevinové) systémy pre kombinovanú produkciu a efektívne využívanie poľnohospodárskej krajiny*“, cieľom ktorej je vyvíjať modely a metodiky pre zakladanie agrolesníckych systémov pre podmienky Slovenska a pripravovať návrhy na úpravu národnej legislatívy pre uplatňovanie agrolesníckych systémov.

V prvej fáze hodnotenia boli špecifikované možnosti uplatnenia ovocných drevín v agrolesníckych systémoch so zreteľom na druh pozemku a to osobitne na ornej pôde a trvalých trávnych porastoch (tabuľka 1).

Tabuľka 1 Základná typológia pre uplatnenie ovocných drevín v agrolesníctve na poľnohospodárskej pôde

Table 1 Basic typology for the use of fruit trees in agroforestry on agricultural land

Ovocné dreviny na ornej pôde ¹ (AGRISILVICULTURAL)	Ovocné dreviny na trvalých trávnych porastoch vrátane extenzívnych ovocných sádov a záhrad ² (SILVOPASTORAL)
Líniové výsadby ovocných drevín vo vnútri pôdnych blokov ³	Výsadba ovocných drevín na lúkach a pasienkoch kombinovaná s pasením hospodárskych zvierat ⁴
Líniové výsadby ovocných drevín na okrajoch pôdnych blokov ako sú vetrolamy, stromoradia, aleje, živé ploty ⁵	Výsadba ovocných drevín na trvalých trávnych porastoch, v záhradách a využitie extenzívnych sádov v kombinácii s pasením hospodárskych zvierat ⁶

¹ Fruit trees on arable land, ²Fruit trees on permanent grasslands including extensive orchards and gardens, ³Linear plantings of fruit trees inside soil blocks, ⁴ Planting of fruit trees in meadows and pastures combined with livestock grazing, ⁵Linear plantings of fruit trees at the edge of soil blocks such as windbreaks, tree lines, alleys, hedges,

⁶ Planting of fruit trees in permanent grasslands, gardens and use of extensive orchards in combination with grazing of livestock

V druhej fáze bola vykonaná kategorizácia pôdno-klimatických podmienok Slovenska z pohľadu nárokov jednotlivých ovocných druhov, a to s využitím systému bonitovaných pôdno-ekologických podmienok – BPEJ (Džatko, Sobocká a kol., 2009). Výsledkom hodnotenia bolo vytvorenie štvorstupňovej kategorizácie pôdno-klimatických podmienok z pohľadu vhodnosti ich pestovania.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Na základe uvedeného prístupu bola vymedzená vhodnosť podmienok pestovania ovocných drevín v rámci poľnohospodárskej pôdy SR, pričom výber stanovištných podmienok bol zameraný na vhodné podmienky, ktoré vytvárajú základný predpoklad pre dosiahnutie úrod ovocia v požadovanej kvalite a dosiahnutí rentability pestovania. Kategórie vhodnosti pôdno-klimatických podmienok pre pestovanie ovocných drevín sumarizuje tabuľka 2.

Poľnohospodárske pôdy Slovenska umožňujú rentabilne pestovať prevažnú väčšinu odrôd ovocných druhov, existujú aj lokality, na ktorých neodporúčame pestovanie ovocia (4. zóna). Hodnotenie pôdno-klimatických podmienok Slovenska cez reálne možnú produkciu pestovania ovocia potvrdzuje už známu skutočnosť, že najvyššie úrody môžeme očakávať v nížinách a s rastúcou nadmorskou výškou sa produkčný potenciál pôd znižuje a zároveň klesá aj ekonomická rentabilita pestovania.

Tabuľka 2 Kategórie vhodnosti pôdno-klimatických podmienok pre uplatnenie ovocných drevín v agrolesníctve

Table 2 Categories of suitability of soil-climatic conditions for the use of fruit trees in agroforestry

1. zóna veľmi vhodná¹	- oblasť veľmi teplého regiónu (00, 01, 03-04) nížin teplých (Nt) - optimálne podmienky vzhľadom na všetky pôdno-ekologické parametre - pestovanie najnáročnejších odrôd ovocných drevín ²
2. zóna vhodná³	- oblasť nížin zahrnujúcich teplú až mierne teplú klímu (02, 04-05) nížin (N) - jeden parameter z BPEJ je menej vhodný, avšak vhodnou agrotechnikou sa dajú dosiahnuť pravidelné a vysokokvalitné úrody ovocia - pestovanie náročných odrôd ovocných drevín ⁴
3. zóna menej vhodná⁵	- oblasti pahorkatín zahrnujúcich mierne teplú až mierne chladnú klímu (02,05, 06-08) pahorkatín (P) - dva a viac parametrov z BPEJ je menej vhodných - pestovanie menej náročných odrôd ovocných drevín ⁶
4. zóna nevhodná⁷	- oblasti vrchovín v klimatickej zóne mierne chladnej až chladnej, mierne vlhkej a veľmi chladnej vlhkej klíme (08, 09, 10) – vrchovín (V) vo veľmi členitom území a značne svahovitom teréne - pre intenzívne pestovanie nevhodné - pestovanie ovocných drevín len ako doplnková zložka ⁸

¹Zone1 very suitable, ² - the area of the very warm region (00, 01, 03-04) of the warm lowlands (Nt)- optimal conditions with respect to all soil-ecological parameters - growing the most demanding varieties of fruit trees

³Zone2 suitable, ⁴- Lowlands including warm to moderately warm climates (02, 04-05) lowlands (N) - one parameter of BPEJ is less suitable but regular and high-quality fruit yields can be achieved by suitable agrotechnics - cultivation of demanding varieties of fruit trees

⁵Zone3 less suitable, ⁶- hilly areas covering moderately warm to moderately cold climate (02.05, 06-08) hilly (P)- two or more parameters from BPEJ are less suitable - growing less demanding varieties of fruit trees

⁷Zone4 inappropriate, ⁸- areas of highlands in the climate zone slightly cold to cold, slightly humid and very cold humid climate (08, 09, 10) - highlands (V) in very rugged territory and highly sloping terrain - unsuitable for intensive cultivation - growing fruit trees only as an additional ingredient

Predpoklady uplatnenia ovocných drevín v ALS na ornej pôde

Perspektíva uplatnenia ovocných drevín na ornej pôde spočíva predovšetkým v líniových výsadbách vo vnútri pôdnych blokov v kombinácii s obilninami, okopaninami, zeleninou alebo medonosnými rastlinami (liečivé, aromatické a koreninové rastliny). Pre účelové olemovanie je možno využiť líniové výsadby po okrajoch pôdnych blokov s cieľom zníženia veternej a vodnej erózie, či oddelenia pôdnych blokov, ktoré môžu byť kombinované taktiež s produkčnou funkciou ovocných drevín.

V kombinácii s pestovaním poľnohospodárskych plodín na jednej ploche sa žiada využitie trendových pestovateľských tvarov a výkonnejších odrôd, ktoré uvádza „*Pomológia druhej polovice 20. storočia a prvých rokov 3. milénia*“ (Hričovský a kol., 2008). Dobrú adaptabilitu voči suchu má aj nepôvodná drevina lieska turecká (*Corylus colurna* L.), mandľa obyčajná (*Amygdalus communis/Prunus dulcis* Mill.), či muchovník (*Amelanchier*).

Nakoľko orné pôdy majú vyšší produkčný potenciál než trvalé trávne porasty, táto možnosť agrolesníckych systémov ponúka využitie súčasných, zároveň náročnejších ovocných drevín, napríklad krížence orecha kráľovského (*Juglans regia* L.), ktorých genofondová diverzifikácia môže zlepšiť nielen úrody plodov, ale predovšetkým prispieť k ukazovateľu drevnej biomasy. Kráľovské krížence *Juglans nigra* x *Juglans hindsii* získali odolnosť voči suchu od orecha Hindsovoho a veľký vzrast od orecha čierneho (Bakay, 2021).

Okrem krížencov orecha kráľovského, sa perspektívnou drevinou pre agrolesníctvo nielen na ornej pôde, ukazujú kríženci gašтана jedlého (*Castanea sativa* Mill.), napríklad maróny, odrody „*Belle Epine*“ a „*Bouche Rouge*“ vzhľadom na ich mnohostranné využitie (Pekárová, 2021).

Vysoký ekologický i ekonomický potenciál ponúkajú aj výsadby viacúčelových ovocných drevín oddeľujúcich poľnohospodársku pôdu od vodných tokov za predpokladu, že je prítomný aj bylinný porast, ktorý zvyšuje účinnosť zachytávania živín.

Integrovaná produkcia v rámci programu rozvoja vidieka predstavuje perspektívnu platformu, v rámci ktorej by agrosilvoorbové systémy na ornej pôde s využitím ovocných drevín mohli byť podporované.

Predpoklady uplatnenia ovocných drevín v ALS na trvalých trávnych porastoch

Uplatnenie ovocných drevín na lúkach a pasienkoch (tzv. silvopastorálny systém ALS) so súbežným chovom hospodárskych zvierat (napr. pasenie oviec, kôz, kráv) sa ukazuje v podmienkach klimatických zmien ako perspektívne.

Pre extenzívne pestovanie sú vhodné tradičné polokmene a vysokokmene jadrového a kôstkového ovocia, pretože majú schopnosť prežiť v často nepriaznivých pôdno-klimatických podmienkach. Predovšetkým sú to miestne a krajové odrody, u jabloní a hrušiek výpestky v tvare polokmeňa (cca 1,6 m), u čerešní čiastočne aj vysokokmene vo výške kmeňa 1,8 m s dvojročnou korunkou. V extenzívnych podmienkach je vhodné držať sa aj ďalších zásad. Na veľké plochy vysádzať vysokokmenné druhy, resp. solitérne druhy ovocných drevín, napríklad morušu čiernu/bielu (*Morus nigra/alba* L.), jablň domácu (*Malus domestica*), či jablň lesnú (*Malus sylvestris* L. Mill.).

Na menšie plochy napríklad bazu čiernu (*Sambucus nigra* L.), drieň obyčajný (*Cornus mas* L.), dlu podlhovastú (*Cydonia oblonga* Mill.), trnku obyčajnú (*Prunus spinosa* L.), hloh obyčajný (*Crataegus laevigata*), liesku obyčajnú (*Corylus avellana* L.). K využitiu všetkých benefitov agrolesníckeho systému je možné vysadiť z uvedených drevín živé ploty, prípadne stromoradia, ktoré by vytvárali prirodzený prechod z lesného prostredia na poľnohospodársku pôdu. Z nenáročných a zároveň odolných ovocných drevín možno spomenúť čerešňu vtáčiu (*Cerasus avium* L. Moench.), mišpulu (*Mespilus germanica*), či mirabelky.

Cieľový počet ovocných drevín sa predpokladá maximálne do 100 stromov na ha, rozmiestnených roztrúsene, či pravidelne na obhospodarovanej ploche, aj okrajoch (Lojka a kol., 2020). Prínosom je vytvorenie skupiny ovocných drevín ako vegetačný kryt pre zvieratá

pri nepriaznivom počasi. Vzhľadom na zabezpečenie rovnováhy medzi stromami a pastvou je nevyhnutné udržanie vzdušnej koruny a zároveň umožniť dostatok slnečnej energie na tvorbu trávnej a bylinnej biomasy pod korunami stromov. Väčšia vzdialenosť stromov od seba obmedzuje výskyt chorôb a škodcov, pričom jablonoňové semenáče a plánky sú prirodzene viac odolné aj voči výkyvom počasia.

Jednou z výhod silvopastorálneho systému je využitie odrezaných výhonov zo stromov ako krmivo pre zvieratá, ktoré ich preferujú. Z praktického hľadiska tieto pozemky nie je potrebné pred výsadbou drevín celoplošne pripravovať, zatrávnenie ostáva, potrebné je v prvých rokoch po výsadbe stromov zabezpečiť chrániče kmeňov proti zveri. Extenzívne spôsoby uplatňovania ovocných drevín v spojení s trvalým zatrávnením poľnohospodárskej pôdy priaznivo ovplyvňuje biodiverzitu rastlinných a živočíšnych spoločenstiev, a súčasne podporuje úrodnosť a kvalitu pôdy. Ekologické poľnohospodárstvo v rámci programu rozvoja vidieka predstavuje perspektívnu platformu, v rámci ktorej by silvopastorálne systémy s využitím ovocných drevín mohli byť podporované.

ZÁVER

Rovnako, ako u udržateľnosti, tak i v súvislosti s adaptabilitou agrolesníckeho systému nie sú doteraz nastavené jednoznačné kritériá, podľa ktorých by sa jednotlivé systémy hodnotili a porovnávali medzi sebou. Komplikované je aj hodnotenie, resp. nastavenie merateľných ukazovateľov z pohľadu environmentálneho a následne nastavenia dotačných schém v rezorte poľnohospodárstva. Rozšírenie agrolesníctva na Slovensku obmedzujú aj problémy s vlastníctvom pôdy, resp. jej prenájomom, pretože výsadba drevín si žiada dlhodobé využívanie pôdy.

Keďže nevýhodou agrolesníckych systémov je nižšie uplatnenie veľkej mechanizácie, predpokladá sa, že na Slovensku osloví predovšetkým stredne veľké poľnohospodárske podniky a rodinné farmy, ktoré môžu pomôcť nielen k udržaniu biodiverzity, ale prispieť aj k diverzifikácii poľnohospodárskych produktov a k eliminovaniu možných rizík, ktoré predstavujú monokultúry. Dokážu prispieť k rozvoju včelárstva a čiastočne vykompenzovať aj súčasný deficit potravinárskeho spracovateľského sektora. V tejto súvislosti sa žiada pripomenúť, že agrolesnícke systémy nie sú alternatívou konvenčného poľnohospodárstva.

Implementácia agrolesníctva prostredníctvom ovocných drevín v kombinácii s ďalšími poľnohospodárskymi plodinami, alebo pasením hospodárskych zvierat na jednom pozemku môžu prispieť k navráteniu prirodzenej ekologickej rovnováhy do poľnohospodársky obhospodarovanej krajiny a k postupnému zlepšovaniu podnikateľského prostredia v poľnohospodárstve. V meniacich sa podmienkach globálneho otepľovania a s ním súvisiace čoraz výraznejšie sucho by sme mali uprednostňovať predovšetkým ovocné druhy, ktoré budú môcť nielen prežiť, ale aj prispieť k zvýšeniu produkčných i mimoprodukčných funkcií v krajine. Optimálne pôdno-klimatické podmienky v rámci poľnohospodárskeho pôdneho fondu umožňujú zaradiť ovocné dreviny do systému agrolesníctva. Zvýšením počtu ovocných drevín v rámci produkčných oblastí poľnohospodárskej pôdy možno vnímať ako príspevok k zvyšovaniu biodiverzity poľnohospodársky využívaného prostredia, čo potvrdzuje aj Šarapatka (2008).

Hoci stanovištné podmienky umožňujú rovnomernejšie rozšírenie produkčného pestovania ovocných drevín formou agrolesníctva na poľnohospodárskej pôde, k faktorom ktoré zrejme tiež rozhodujú o ich zvýšení pestovania patria tradícia, technologické vybavenie vrátane pozberovej úpravy ovocia a tiež dodávateľsko-odberateľské vzťahy.

POĎAKOVANIE

Príspevok bol vypracovaný vďaka finančnej podpore projektu APVV-20-0326 „Výskum možnosti využitia orecha čierneho (*Juglans nigra* L.) a gašтана jedlého (*Castanea sativa* Mill.) z produkčno-ekologického hľadiska v agrolesníckych systémoch na Slovensku“.

LITERATÚRA

- BAKAY, L. 2021. Hybridy orechov potenciálne vhodné pre slovenských pestovateľov. Sady a vinice 4/2021, ročník III, str. 19, ISSN 1336-7684.
- BUTTOUD, G. 2013. Advancing Agroforestry on the Policy Agenda. Food and Agriculture organization of the United Nations (FAO), Rome, 37 pp., ISBN 978-92-5-107470-1.
- DAWKINS C. 1997. Silviculture in the Tropical Rain Forest – An Historical Analysis of Success and Failure, 272 p., Oxford Forestry Institute 1/1997, ISBN-10: 0850741483.
- DŽATKO, M., SOBOCKÁ J. a kol.: Príručka pre používanie máp bonitovaných pôdno-ekologických jednotiek. Inovovaná príručka pre bonitáciu a hodnotenie poľnohospodárskych pôd Slovenska. VÚPOP, Bratislava, 2009, 102 s., ISBN 978-80-89128-55-6.
- EHRENBERGEROVÁ, L. 2014. Agrolesníctví a plantáže kávovníku. Živa 1/2014, s. 23-24, Nakladatelství Academia, SSČ AV ČR, v.v.i.
- HRIČOVSKÝ, I. a kol. 2008. Pomológia. Odrody druhej polovice 20. storočia a prvých rokov 3. milénia. 184 s., Metro Media, s.r.o., ISBN 978-80-89327-04-1.
- KOTRBA, J. 2014. Selská revue. Praha: Asociace soukromého agrolesníctví ČR, listopad-prosinec 2014, sv. č. 6
- LOJKA, B., MARTINÍK, A., WEBER, J., HOUŠKA, J., DOLEŽALOVÁ, H., KALA, L., SZABÓ, P., KOTRBA, R., KRČMÁŘOVÁ, J., CHLÁDOVÁ, A., VÁVROVÁ, K., JOBBIKOVÁ, J., EHRENBERGEROVÁ, L., SNÁŠELOVÁ, M., KRÁLIK, T. 2020. Metodika zavádění agrolesnických systémů na zemědělské půdě, certifikovaná metodika č. MZe 2/2020-18133 se státní podporou Technologické agentury ČR v rámci programu ETA, ISBN 978-80-213-3061-0.
- PEKÁŘOVÁ, E. 2021. Inovácie a perspektívy pestovania gaštanu jedlého. Záhradníctví 7/2021, str. 39-41, ISSN: 1213-7596, MK ČR E6974.
- SINCLAIR, F. 1999. A general classification of agroforestry practice. Kluwer Academic Publishers, p. 167.
- SÁDLO, J., POKORNÝ, P., HÁJEK, P., DRESLEROVÁ, D., CÍLEK, V. 2005. Krajina a revoluce – významné přelomy ve vývoji kulturní krajiny Českých zemí. Praha: Malá skála, 247 s.
- SÁDLO, J. 2008. Krajina a revoluce: přelomy ve vývoji kulturní krajiny českých zemí., 3. upr. Vyd. Praha: Malá skála, 2008, 255 s., ISBN 978-80-86776-06-4.
- SUTUMA E. 1996. Potenciální úloha agrolesníctví při zlepšení systému využití půdy a ochrany životního prostředí. Brno: MZLU-LDF, Katedra pěstování a zakládání lesa, 137 s.
- ŠARAPATKA, B., Urs Niggli a kol.: Zemědělství a krajina – Cesty k vzájemnému souladu, Univerzita Palackého v Olomouci, 2008, 271 s., ISBN 978-80.244-1885-8.
- Zámer národného projektu „*Ekonomicky efektívne a environmentálne akceptovateľné pôdohospodárstvo*“, 2017, Centrálny koordinačný orgán Úradu podpredsedu vlády SR pre investície a informatizáciu.

Obnova trávnych porastov a jej dopad na štrukturálne zmeny fytocenóz

Grassland restoration and its impact on structural changes in phytocoenoses

Ľubomír Hanzes, Norbert Britaňák, Iveta Ilavská

NPPC-Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva, Mládežnícka 36, 974 21 Banská Bystrica, Slovenská republika, E-mail: lubomir.hanzes@nppc.sk

ABSTRACT

During the three consecutive years (2016 – 2018) we have monitored the influence of different management approaches on the botanical composition of former abandoned grassland in a mountain region of Slovakia (990 m a.s.l.). The experiment has consisted of eight treatments (including no-utilization treatment as the control) of different cutting management with fertilization applications and mulching. Due to management practices vegetation of experiment has been gradually differentiating. Over the three years, the functional group of grasses dominated on grasslands fertilized with various doses of nitrogen (and phosphorus and potassium). We also recorded differences between nutrient doses (N45 and N90), but only at the same intensity of use (two cuts during the year). On the contrary, legumes increased its share under phosphorus and potassium fertilization treatment especially. Common characteristics of other herbs group was significantly decrease under all utilization management treatments (except for mulching). All types of management practices had a significant impact on the increase in species diversity.

KEYWORDS: grassland restoration, botanical composition, biodiversity, fertilisation, mowing

ÚVOD

Vo veľkej časti Európy došlo počas minulého storočia k dramatickému úbytku diverzity trávnych spoločenstiev, a to najmä kvôli socio-ekonomickým zmenám a neudržateľným postupom krajinného využívania (Taff *et al.*, 2010). Rizikovými faktormi sú zmeny trávnych ekosystémov na ornú pôdu, ale tiež nadmerná intenzifikácia a naopak, extenzifikácia až úplne vylúčenie obhospodarovania. Knowles (2011) uvádza, že v karpatskej oblasti východnej Európy je upustenie od tradičného využívania pomerne nedávnym javom, pričom opustené trávne porasty sa po dlhej perióde blokovania sukcesie prinavracajú do lesných formácií. Samotná dynamika sukcesie spôsobuje, že v dôsledku absencie využívania (ekologicky myslené disturbance) dochádza k zmenám floristického zloženia (Rees *et al.*, 2001). Pri revitalizácii lúčno-pasienkových spoločenstiev sú potenciálne prístupné klasické technológie ich obhospodarovania (Blakesley a Buckley, 2016). Pokrok v obnove trávnych porastov je možné dosiahnuť iba štúdiami zmien v druhovom zložení, druhovom bohatstve a diverzite (Pykälä, 2007). Na zmeny floristického zloženia, či už v procese obnovy alebo bežnom režime využívania vplývajú všetky intenzifikačné faktory a zásahy.

V príspevku sa zaoberáme analýzou floristických zmien trávnej fytocenózy, podmienených rôzne nastavenými pratotechnickými zásahmi, v procese jej obnovy.

MATERIÁL A METÓDY

Experimentálne práce boli realizované v rokoch 2016 – 2018 na zrevitalizovanom trávnom poraste (technológiou kosenia a mulčovania) na stanovišti v Liptovskej Teplicke (990 m n. m.). Variantné prevedenie pokusu bolo nasledovné: variant 1 - nevyužívaná kontrola, variant 2 - jedna kosba za rok, variant 3 - dve kosby za rok (hnojenie PK), variant 4 - dve kosby za rok, variant 5 - mulčovanie raz za rok, variant 6 - dve kosby za rok (hnojenie PK + N 45), variant 7

- dve kosby za rok (hnojenie PK + N 90), variant 8 - tri kosby za rok (hnojenie PK + N 90). Pri P hnojení bola aplikovaná dávka 30 kg.ha⁻¹.rok⁻¹ a K 60 kg.ha⁻¹.rok⁻¹. P a K sa aplikovali v jarnom období. Dávka N 90 bola rozdelená, v jarnom období sme aplikovali (45 kg.ha⁻¹), druhú dávku po prvej kosbe. Kosba pri jednokosnom variante bola vykonaná pri maximálnej akumulácii nadzemnej fytohmoty. Pri viackosných variantoch bol termín prvej kosby vo fáze začiatku klasenia a plného klasenia prevládajúcich druhov tráv v poraste. Pri dvojkosnom využívaní sa druhá kosba realizovala približne 60 až 65 dní po prvej kosbe. Pri trojkosnom využití nasledovala druhá a tretia kosba v intervaloch cca 40 až 45 dní. Floristické zloženie porastov bolo určované metódou redukovanej projektívnej dominancie, pred každým pratotechnickým zásahom. Na vyhodnocovanie parametrov boli použité metódy parametrickej a neparametrickej analýzy variancie a tiež Pearsonov a Spearmanov korelačný koeficient. Tabuľky s podrobnými floristickými zápismi s druhovým zložením sú u autorov príspevku, prípadne aj ako súčasť záverečnej správy príslušnej subetapovej úlohy (Hanzes, 2019), v ktorej bola riešená predmetná problematika v rámci projektu RPPVaV „Komplexné systémy hospodárenia na trávnych porastoch“.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Podľa očakávania, sa už v prvom roku za vyššiu prezenciu tráv podpísalo najmä dusíkaté hnojenie, bôbovitú zložku porastov podporovalo hnojenie fosforom a najvyššia prezencia bylín bola spravidla vo variantoch s nižšou intenzitou využívania a bez aplikácie hnojenia (tab. 1). Porasty s najvyššou prezenciou tráv boli vo variantoch s hnojením N 90, konkrétne 8/3.kos. (66,5 %), 7/2.kos. (64,1 %), 7/1.kos. (62,5 %) a 8/1.kos. (57,7 %). Z druhov tráv sa najvýraznejšie presadzovali *Agrostis stolonifera*, *Dactylis glomerata*, ale tiež *Festuca rubra* a vo variante 7 *Avenula pubescens*. Aplikácia P v kombinácii s K podporili agrobotanickú skupinu leguminóz, pričom v prvej kosbe tretieho variantu bola zaznamenaná jej celková najvyššia prezencia, a to 55,1 %. Vysoký podiel leguminóz bol na tomto variante aj v druhej kosbe (36,6 %) a pomerne vyššiu pokryvnosť sme evidovali aj v poraste s PK hnojením, v kombinácii s nižšou dávkou N (variant 6). Druh, ktorý sa výrazne podpísal pod dominanciu leguminóz v predmetných variantoch bol *Trifolium repens*, ktorého najvyššia prezencia (42,5 %) bola v prvej kosbe variantu 3. S výrazne nižšou pokryvnosťou sa v tejto botanickej skupine prezentovali aj *Lathyrus pratensis*, *Vicia cracca*, *Trifolium pratense* a iné. Podľa Kidda *et al.* (2017) práve aplikácia fosforu spôsobuje zvýšenie prezencie leguminóz v poraste, pričom zastúpenie tráv je nižšie. Autor dáva do pozornosti okrem spomínaných zmien aj zvýšenú prezenciu nižších bylín, pričom fytocenóza nadobúda charakter tradične obhospodarovaných porastov. Dominanciou bylinnej zložky boli zase charakteristické porasty vo variantoch s jedným využitím (2 – 56,4 %, 5 – 54,8 %) a s absenciou exploatácie, čiže variant 1 (55,1 %). Vo všetkých porastoch boli z bylín najfrekvencovanejšími druhmi *Alchemilla xanthochlora*, *Veronica chamaedrys*, *Taraxacum officinale*, a najmä vo variantoch 1 a 2 *Hypericum perforatum*, *Fillipendula ulmaria*, *Jacea pratensis* a iné.

Tabuľka 1 Floristické zloženie porastov (%) v roku 2016

Table 1 Botanical composition of grassland (%) in the year 2016

Skupina ¹ /Druh ² /Variant ³	1	2	3	4	5	6	7	8	3/II	4/II	6/II	7/II	8/II	8/III
Trávy ⁴	38,3	31,8	25,7	45,1	33,1	40	62,5	57,7	41,6	42,6	49,8	64,1	35,5	66,5
Leguminózy ⁵	3,3	6,9	55,1	9,6	8,5	38,3	14,4	20,9	36,6	27	20,9	12,2	18,2	8,6
Ostatné lúčne byliny ⁶	55,1	56,4	16,4	36	54,8	18,2	21,3	19,8	20,1	25,9	27,8	23,2	45,8	24,2
Prázdne miesta ⁷	3,3	4,9	2,8	9,3	3,6	3,5	1,8	1,6	1,7	4,5	1,5	0,5	0,5	0,7

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

Notes: /II - 2nd cut, /III – 3rd cut

¹Group, ²Species, ³Treatment, ⁴Grasses, ⁵Legumes, ⁶Other herbs, ⁷Bare ground

Pri hodnotení druhovej diverzity bolo v priemere za všetky využitia zaznamenaných najviac druhov vo variante s najvyššou intenzitou (variant 8), a to 52 druhov (tab. 4). Najmenej druhov (40) bolo napočítaných na nevyužívanej kontrole.

V druhom sledovanom roku (2017) bola zaznamenaná najvyššia a zároveň aj najnižšia prezencia trávnej zložky na rovnakých variantoch ako v roku predchádzajúcom (tab. 2). 71,3 % tráv dominovalo v druhej kosbe vo variante 7, a naopak ich 21 % - ný podiel bol evidovaný v poraste hnojenom PK (variant 3/1.kos.). Vyššie percentuálne hodnoty zastúpenia trávnych druhov opäť determinovalo hnojenie dusíkom vo variantoch 6,7 a 8. S následnou kosbou sa podiel tráv v predmetných porastoch zvyšoval. Významnými druhmi z čeľade lipnicovitých, určujúcich charakter revitalizovaných plôch, boli aj v tomto roku *Agrostis stolonifera*, *Dactylis glomerata*, *Festuca pratensis*, *Festuca rubra*, *Poa pratensis*, prípadne vo variantoch s jedným využitím počas roka a v prvých kosbách viacokosných porastoch aj *Avenula pubescens*. Najvyššia percentuálna hodnota floristickej skupiny leguminóz sa oproti minulému roku (55,1 %) zvýšila na úroveň 66,5 %, pričom v oboch rokoch to bolo v prvej kosbe v poraste s PK hnojením. Vozár (2003) dáva do pozornosti stupňované zvyšovanie podielu leguminóz v priebehu rokov na PK variante, ale tiež variante s nižšou úrovňou hnojenia N, čo čiastočne korešponduje aj s našimi výsledkami. Najnižšie zastúpenie leguminóz bolo vo variantoch 7/2.kos. (6,4 %), 4/1.kos. (7%) a 4/2.kos. (9,3 %). Druhom, ktorý bol z tejto agrobotanickej skupiny dominantným takmer na všetkých variantoch, bol *Trifolium repens*. Jeho 55 % - ný podiel v prvej kosbe variantu 3 (rok 2016 – 42,5 %), bol v druhom roku najvyšším zo všetkých zaznamenaných druhov. Vyššie zastúpenie mal v tomto poraste aj v druhej kosbe (29,8 %). Z ďalších relevantných druhov leguminóz možno ešte spomenúť *Lathyrus pratensis*, *Trifolium pratense* a *Vicia cracca*. Najfrekvencovanejšími druhmi bylín boli *Alchemilla xanthochlora*, *Achillea millefolium*, *Cirsium palustre* a *Tragopogon orientalis*. Najvyššia priestorová prezencia (51,1 %) tejto agrobotanickej skupiny bola evidovaná na nevyužívanom poraste (variant 1). V priemere vyššiu percentuálnu pokryvnosť vykazovali aj varianty s jedným využitím počas roka: variant 2 (48,4 %) a variant 5 (40,8 %).

Tabuľka 2 Floristické zloženie porastov (%) v roku 2017

Table 2 Botanical composition of grassland (%) in the year 2017

Skupina ¹ /Druh ² /Variant ³	1	2	3	4	5	6	7	8	3/II	4/II	6/II	7/II	8/II	8/III
Trávy ⁴	29,3	21,6	21	53,2	31,1	46,2	56,6	42,8	42,6	49,5	60,3	71,3	54,9	58
Leguminózy ⁵	8,8	23,6	66,5	7	21,4	29	17,2	20,9	39,3	9,3	19,3	6,4	22	10,4
Ostatné lúčne byliny ⁶	51,1	48,4	10,8	32,7	40,8	22,6	23,7	31,8	16,1	33,8	19	20,5	21	29
Prázdne miesta ⁷	10,8	6,4	1,7	7,1	6,7	2,2	2,5	4,5	2	7,4	1,4	1,8	2,1	2,6

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

Notes: /II - 2nd cut, /III – 3rd cut

¹Group, ²Species, ³Treatment, ⁴Grasses, ⁵Legumes, ⁶Other herbs, ⁷Bare ground

Najvyššia a aj najnižšia početnosť jednotlivých rastlinných druhov bola aj v tomto roku na rovnakých variantoch, pričom rozdiely v početnosti sa prehĺbili (tab. 4). Vo variante 8 bolo počas celého roka zaznamenaných 57 druhov a na kontrolnom poraste sme napočítali 30 druhov. Znižovanie druhovej abundancie na nevyužívanom poraste (rok 2016 – 40 druhov) poukazuje na zjednodušovanie a ochudobňovanie druhového zloženia predmetných fytoocenóz v pokročilejších sukcesných štádiách.

Posledný experimentálny rok (2018) sa niesol z hľadiska percentuálneho podielu floristických skupín v rovnakom, resp. podobnom proporčnom zastúpení ako dva minulé roky (tab. 3). Druhy z čeľade *Poaceae* dominovali vo variantoch s aplikáciou dusíka, pričom v tomto roku, podobne ako aj v rokoch 2016 a 2017 bolo ich najvyššie zastúpenie 67,7 % v druhej kosbe variantu 7 (dve kosby s aplikáciou N 90). Najnižšia pokryvnosť tráv 23,6 % bola evidovaná v poraste s jednou kosbou počas roka bez hnojenia (var. 2) a dvojkosnom poraste s aplikáciou fosforu

25,2 % (var. 3). V prvom prípade to bolo na úkor bylinnej zložky a v druhom zase výrazne dominovali druhy z čeľade *Fabaceae*. Práve leguminózy vo variante 3 boli hodnotou 59,7 % v prvej a 51 % v druhej kosbe dominantnou agrobotanickou skupinou. Ich celkové najnižšie zastúpenie v tomto roku bolo na nevyužívanom poraste, s hodnotou iba 1,5 %. Z ošetrovaných variantov to boli zase porasty s kosným využitím bez aplikácie živín. V jednokosnom poraste bol podiel leguminóz 6,2 % a poraste s dvomi kosbami 6,1 %, pričom podobné, tiež nižšie podiely, vykazovali aj druhé kosby variantov 7 a 8. Z trávnych druhov dominovali najmä *Agrostis stolonifera*, *Festuca rubra*, v prvých využitíach *Avenula pubescens* a v druhých a tretej kosbe dusíkom hnojených porastov aj *Festuca pratensis*. Z bôbovitej zložky porastu boli najfrekvencovanejšími druhmi *Trifolium repens*, *Lathyrus pratensis* a *Vicia cracca*. Bylinné druhy mali vyššiu prezenciu v porastoch bez hnojenia (var. 4 druhá kosba – 46,7 %), prípadne s nižšou intenzitou využívania (var. 2 – 62,5 %, var. 5 – 54,2 %) a na nevyužívanej kontrole (var. 1 – 47,3 %). Z relevantných druhov tejto skupiny možno spomenúť *Alchemilla xanthochlora*, *Cirsium palustre*, *Galium mollugo*, *Jacea pratensis*, *Ranunculus acris*, *Taraxacum officinale*, *Tragopogon orientalis* a *Veronica chamaedrys*.

Tabuľka 3 Floristické zloženie porastov (%) v roku 2018

Table 3 Botanical composition of grassland (%) in the year 2018

Skupina ¹ /Druh ² /Variant ³	1	2	3	4	5	6	7	8	3/II	4/II	6/II	7/II	8/II	8/III
Trávy ⁴	47	23,6	25,2	58,9	32,7	45	59,9	48,9	25,7	41,2	53,1	67,7	60,2	58
Leguminózy ⁵	1,5	6,2	59,7	6,1	8,5	27	22,2	25,9	51	11,4	25,7	7,7	8	17,1
Ostatné lúčne byliny ⁶	47,4	62,5	13	28,9	54,2	26,6	17,1	23,8	20,5	46,7	20,7	23	31,5	23
Prázdne miesta ⁷	4,1	7,7	2,1	6,1	4,6	1,4	0,8	1,4	2,8	0,7	0,5	1,6	0,3	1,9

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

Notes: /II - 2nd cut, /III – 3rd cut

¹Group, ²Species, ³Treatment, ⁴Grasses, ⁵Legumes, ⁶Other herbs, ⁷Bare ground

Priemerný počet druhov v jednotlivých variantoch sa počas troch rokov vyvíjal podobne ako prezencia agrobotanických skupín. Najvyššia a najnižšia druhová diverzita bola ako po minulé roky na variante 8 (52 druhov) a variante 1 (35 druhov) (tab. 4). Rozptyl hodnôt bol v tomto roku užší ako v roku 2017 (57 – 30). Vyšší počet druhov bol zaznamenaný aj vo variantoch 2 (51) a 4 (50). Práve dvojkosný porast bez aplikácie minerálnych živín (variant 4) patril počas experimentálnej periódy medzi tie s vyššou diverzitou. Mohlo to byť spôsobené absenciou aplikovaných živín, ktoré podporujú len určité skupiny rastlín, ale tiež presvetlením porastu počas druhej kosby, kedy sa vytvoria podmienky pre etablovanie sa ďalších, svetlomilných druhov. Diverzita mezofilných trávnych porastov je podľa Cislaghiho et al. (2019) a Simkina et al. (2016) často znižovaná pridaním živín, čo má za následok nárast biomasy a následnú redukciu svetelných pomerov v poraste.

Počas trojročnej periódy, sme v početnosti druhov medzi jednotlivými variantmi zistili štatistické rozdiely (ANOVA $F_{7,16} = 8,01$; $P < 0,001$). Viacnásobné porovnávanie je zobrazené v tabuľke 4. Najnižší počet druhov bol na nevyužívanom poraste (variant 1). Tento variant sa od ostatných líšil preukazne. Vyššiu početnosť v priemere rokov sme evidovali na variantoch 8 (54) a 4 (50), pričom medzi nimi neboli štatistické rozdiely (ANOVA $F_{7,16} = 8,01$; $P < 0,001$). Diferencie v početnosti boli zaznamenané aj vo vzťahu ku frekvencii využívania. Pri porovnávaní porastov s jedným využitím a dvojkosnými zásahmi neboli evidované rozdiely, avšak už pri viacnásobnom párovom porovnávaní aj s ostatných zásahmi (absencia využívania, tri kosby) boli rozdiely štatisticky preukazné (ANOVA $F_{3,20} = 17,65$; $P < 0,001$). Z hľadiska spôsobu využívania sa absencia zásahov (35) štatisticky preukazne líšila od mulčovania (47) a kosenia (47,7) (ANOVA $F_{2,21} = 13,41$; $P < 0,001$).

Tabuľka 4 Počet druhov v rokoch 2016 – 2018**Table 4 Number of species in the years 2016 - 2018**

Variant ¹ /Rok ²	1	2	3	4	5	6	7	8
2016	40	43	44	48	47	45	44	52
2017	30	45	48	51	45	51	46	57
2018	35	51	43	50	49	43	47	52
Priemer ³	35c	46b	45b	50ab	47b	46b	46b	54a

Pozn.: rovnaké písmena znamenajú, že medzi porovnávanými variantmi neexistujú štatistické rozdiely

Notes: different letters in superscript denote statistically between treatments

¹Treatment, ²Year, ³Average

Štatistickým hodnotením všetkých rokov sa zistil vplyv spôsobu hnojenia na pokryvnosť agrobotanickej skupiny tráv (ANOVA $F_{5,8} = 8,67$; $P < 0,001$) (tab. 5). Medzi variantmi bez hnojenia (var. 1, 2, 4, 5) neboli zaznamenané štatistické diferencie ($F_{3,20} = 2,76$; $P = 0,069$). Porasty hnojené dusíkom (var. 6, 7, 8) mali logicky vyššie zastúpenie tráv, pričom od predchádzajúcej skupiny mali štatisticky preukazné rozdiely. Zaznamenali sme tendenciu zvyšovania podielu leguminóz so zvyšujúcou sa frekvenciou využívania (ANOVA $F_{3,20} = 2,76$; $P = 0,069$) (tab. 8a). Najvyšší podiel tejto agrobotanickej skupiny bol v dvojkosných variantoch. Najnižšia prezencia bola zase evidovaná na variante s absenciou využívania (var. 1 – 4,53 %) ($P = 0,022$). Medzi týmito dvoma skupinami boli štatisticky preukazné rozdiely. PK hnojenie vo variante 3 výskyt leguminóz v poraste podporilo (51,37 %), pričom druhý najvyšší výskyt tejto skupiny bol pri variante s nižšou dávkou N (45 kg.ha⁻¹)(var. 6). Rozdiely medzi nimi boli štatisticky preukazné. Medzi ostatnými spôsobmi hnojenia (0, N90) diferencie neboli zaznamenané, pričom sa od variantov 3 a 6 odlišovali (ANOVA $F_{5,8} = 27,46$; $P < 0,00$). V priemere rokov podporovala rozvoj bylín v poraste absencia využívania (51,20 %) a mulčovanie (49,93 %), pričom rozdiely medzi nimi neboli štatisticky významné (ANOVA $F_{2,21} = 8,67$; $P < 0,007$) (tab. 5). Rovnako aj z hľadiska frekvencie využívania sa byliny v poraste vyskytovali vo väčšej miere na bez zásahovom variante 1 (51,20 %) a jedno zásahových porastoch (52,85 %) (var. 2 a 5). Štatisticky preukazné rozdiely medzi týmito variantmi neboli. Pri porovnaní týchto dvoch variantov s dvojkosnými (23,52 %) a trojkosným zásahom (27,77 %) boli zaznamenané štatisticky preukazné rozdiely (ANOVA $F_{3,20} = 34,20$; $P < 0,001$). Ako vidno z predchádzajúcich hodnôt, viackosné využívanie podiel bylín v poraste znižovalo takmer o polovicu.

Tabuľka 5 Výsledky viacnásobného párového porovnania agrobotanických skupín k sledovaným faktorom**Table 5 Results of multiplied pairwise comparison of botanical groups under selected factors**

Faktor hnojenie ¹	Trávy ²	Ďatelinoviny ³	Faktor frekvencia ⁴	Ďatelinoviny ³	Byliny ⁵	Faktor spôsob využívania ⁶	Byliny ⁵
-1 (var. 1,5 ⁷)	30.300c	8.667c	0 (var. 1)	4.533b	51.200a	0 (var. 1)	51.200a
0 (var. 2, 4)	37.042c	11.983c	1 (var. 2, 5)	12.517ab	52.850a	1 (var.5)	49.933a
1 (var. 3)	30.300c	51.367a	2 (var. 3, 4, 6, 7)	25.788a	23.521b	2 (var. 2,3,4, 6, 7, 8)	29.604 b
2 (var. 6)	49.067b	26.700b	3 (var. 8)	16.897ab	27.773b		
3 (var. 7)	63.683a	13.350c					
4 (var. 8)	53.613ab	16.897c					

Pozn. rovnaké písmena znamenajú, že medzi porovnávanými variantmi neexistujú štatistické rozdiely

Notes: Different letters in superscript denote statistically between treatments

¹Factor fertilisation, ²Grasses, ³ Legumes, ⁴Factor frequency, ⁵Other herbs, ⁶Factor of pratotechnics,

⁷Treatment

ZÁVER

Počas troch experimentálnych rokov, sme na čiastočne zrevitalizovanom trávnom poraste zaznamenali diferencie vo floristickom zložení, podmienené rôznymi intenzifikačnými pratotechnickými zásahmi. Faktorom ktorý najviac kreoval štruktúru porastu a jeho botanické zloženie bolo hnojenie. Rozdiely sme evidovali jednak medzi hnojenými a nehnojenými porastmi, ale aj medzi spôsobom hnojenia, t.j. aplikáciou PK a NPK. Vyššia prezencia trávnej zložky bola zaznamenaná pri aplikácii dusíka. Pričom okrem rozdielov medzi touto skupinou porastov a porastov nehnojených N, boli diferencie aj medzi dávkami živiny (N45 a N90), ale len pri rovnakej intenzite využívania (dve kosby počas roka). Na základe našich výsledkov sa podiel leguminóz zvyšoval pri PK hnojení, ale aj pri vyššej intenzite zásahov. Bylinnú zložku podporovala absencia využívania a mulčovanie. Všetky nastavené pratotechnické zásahy podporovali druhovú početnosť, v porovnaní s nevyužívaným porastom. V priemere rokov boli zaznamenané preukazné štatistické rozdiely, pri všetkých porovnovaniach s kontrolným variantom.

LITERATÚRA

- BLAKESLEY, D., BUCKLEY, G. P., 2016. Grasslands restoration and management. Pelagic Publishing, Exeter, UK. pp. 277, ISBN 978-1-78427-078-0
- CISLAGHI, A., GIUPPONI, L., TAMBURINI A., GIORGI A., BISCHETTI G.B. 2019. The effects of mountain grazing abandonment on plant community, forage value and soil properties: observations and field measurements in an alpine area. In *Catena*, 181: 104086. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2019.104086>
- HANZES, L. 2019. Revitalizácia dlhodobo nevyužívaných trávinnobylinných fytocenóz. Záverečná správa za subetapu, NPPC Lužianky – VÚTPHP Banská Bystrica, 2019. 47 s. + 25 tab., Lit. 35.
- KIDD, J., MANNING, P., SIMKIN, J., PEACOCK, S., & STOCKDALE, E. 2017. Impacts of 120 years of fertilizer addition on a temperate grassland ecosystem. *PLoS ONE* 12(3): e0174632. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0174632>
- KNOWLES, B. 2011. Mountain hay meadows: the Romanian context and the effects of policy on High Nature Value farming. In: B. Knowles. Mountain Hay Meadows: Hotspots of Biodiversity and Traditional Culture. London: Society of Biology.
- PYKÄLA, J. 2007. Maintaining plant species richness by cattle grazing: mesic seminatural grasslands as focal habitats. Publications in Botany from the University of Helsinki. pp. 4-37. ISSN: 1238-4577.
- REES, M., CONDIT, R., CRAWLEY, M., PACALA, S., TILMAN, D. 2001. Long-term studies of vegetation dynamics. *Science*, r. 293, č. 5530, 2001, pp. 650-655
- SIMKIN, S.M., ALLEN, E.B., BOWMAN, W.D., CLARK, C.M., BELNAP, J., BROOKS, M.L., CADE, B.S., COLLINS, S.L., GEISER, L.H., GILLIAM, F.S., JOVAN, S.E., PARDO, L.H., SCHULZ, B.K., STEVENS, C.J., SUDING, K.N., THROOP, H.L., WALLER, D.M. 2016. Conditional vulnerability of plant diversity to atmospheric nitrogen deposition across the United States. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.*, 113 (2016), pp. 4086-4091, <https://doi.org/10.1073/pnas.1515241113>
- TAFF, GN., MÜLLER, D., KUEMMERLE, T., OZDENERAL, E., WALSH, S.J. 2010. Reforestation in Central and Eastern Europe after the breakdown of socialism. In: H. Nagendra J. Southworth. Reforesting Landscapes: Linking Pattern and Process. Landscape Series 10. Springer Netherlands. pp 121–147., DOI:10.1007/978-1-4020-9656-3
- VOZÁR, L. 2003. Možnosti využitia prerušovaného a striedavého hnojenia dusíkom na poloprirodných trávnych porastoch. Dizertačná práca. Nitra : SPU, 2003, 121 s.

Modelovanie regulačných ekosystémových služieb poľnohospodársky využívaných trvalých trávnych porastov

Modelling of regulating ecosystem services of agricultural permanent grasslands

Jarmila Makovníková¹, Miriam Kizeková², Boris Pálka¹, Miloš Širáň¹, Radoslava Kanianska³

¹Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum/Výskumný ústav pôdoznanectva a ochrany pôdy, Regionálne pracovisko Banská Bystrica, Mládežnícka 36, 974 04 Banská Bystrica, E-mail: jarmila.makovnikova@nppc.sk

²Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum - Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva Banská Bystrica,

³Univerzita Mateja Bela, Fakulta prírodných vied, Tajovského 40, 974 01 Banská Bystrica

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate and map regulating agroecosystem services of agricultural permanent grasslands in Slovakia. For analysis and evaluation of potential of agroecosystem services in Slovakia we have created a mapping unit combining these input layers: slope topography, soil texture and land use in four climatic regions. Evaluated potential of agroecosystem services was categorised into five categories (very low, low, medium, high and very high). Our results show that ecosystems of permanent grasslands have a high percentage, especially in the category with very low and low potential for water accumulation as well as immobilization of risk elements. The regulation of soil loss (with taking into account vegetation cover) has a very high value (100% of the area of agricultural permanent grasslands belong to the category of very high potential). Almost 60% of the area of agricultural permanent grassland belongs to the high and very high category of climate regulation. The synergistic effect manifested itself between the regulation of the water regime and the regulation of soil removal as well as the filtration of pollutants.

KEYWORDS: modelling, regulating ecosystem services, grassland

ÚVOD

Agroekosystémové služby (ekosystémové služby naviazané na prírodný kapitál, pôdu) delí Dominati et al. (2010) do troch základných skupín, a to zásobovacie, regulačné služby a kultúrne služby. Regulačné služby sú úžitky zo samoudržujúcich schopností ekosystémov, z regulácie ekosystémových procesov (Eliáš, 2010). Ako služby ekosystému sú funkčne prepojené nielen medzi sebou navzájom, ale sú úzko spojené aj s ostatnými kategóriami služieb, ktoré poskytuje konkrétny ekosystém, ako sú zásobovacie či kultúrne služby. Podmienkou ich plnenia sú podporné procesy prebiehajúce v ekosystéme a biodiverzita. Regulačné služby poskytované ekosystémami sú veľmi rôznorodé. Patrí sem regulácia kvality ovzdušia, regulácia vodného režimu, čistenie vody, odstraňovanie znečisťujúcich látok, regulácia chorôb, kontrola prírodných škodcov, opelenie, kontrola erózie, ochrana pred prírodnými katastrofami, regulácia klímy. Regulačné služby môžu mať globálny dosah (napríklad regulácia klímy, regulácia vodného režimu) ako aj regionálny a lokálny dosah (napr. regulácia mikroklimy, regulácia erózie, filtračné služby, biologická kontrola, opelenie) (Costanza 2008).

Trvalé trávne porasty tvoria bylinné porasty s prevahou tráv, ktoré väčšinou vznikli a udržiavajú sa ako produkt ľudskej činnosti. Ekosystémy trávnych porastov predstavujú najväčšiu diverzitu druhov a ekosystémov. V podmienkach mierneho pásma, kam patrí aj územie Slovenska je prevažná časť trávnych porastov druhotným, sekundárnym spoločenstvom, pretože prirodzene je územie Slovenska lokalizované z geobotanického

hľadiska v lesnom pásme. Prirodzené (prírodné) lúky sa vyskytujú iba v alpínskom pásme pohorí nad hornou hranicou lesa a predstavujú najstabilnejší lúčny ekosystém. Lúky boli rozširované do nižších pásiem na úkor lesnej vegetácie a majú charakter poloprirodzených (poloprirodných) lúk. Vyžadujú už značný podiel ľudskej energie na ich udržiavanie.

Existujú rôzne členenia trvalých trávnych porastov na prírodné (na stanovištiach primárne nelesných a na druhotných, na ktorých je dnes zásah človeka minimálny), poloprirodné (lúky a pasienky obhospodarované dlhšie obdobie (viac ako 20 rokov), zásah človeka je pravidelný, ale nie taký výrazný, aby spôsobil, zmenu ich druhového zloženia) a umelé (ktoré sa intenzívne hnoja, kosia sa viackrát do roka, pasú sa veľkými stádami) (Ružičková, Maglocký, 1992). Podľa intenzity využívania sa trávne porasty delia na extenzívne, polointenzívne a intenzívne (poloprirodné alebo siate) (Novák, 2008). Trvalé trávne porasty vznikali v priebehu dlhodobého prírodného, spoločenského a agrárneho vývoja. Zakladali sa predovšetkým v lokalitách s ťažko mechanizačne využiteľnými a nevyužiteľnými plochami poľnohospodárskej pôdy v podhorských a horských oblastiach, v inundačných územiach a na malých okrajových plochách nevhodných k poľnej výrobe (Kvapilík et al., 2002). Lúky a pasienky poskytujú pri minime investovanej energii maximum krmiva s pomerne širokým zberovým obdobím (Rychnovská et al., 1985). Cieľom článku bolo poskytnúť alternatívny pohľad na modelovanie a hodnotenie rekreačného potenciálu regulačných ekosystémových služieb poľnohospodársky využívaných trávnych porastov v SR.

MATERIÁL A METÓDY

Podľa Burkhard et al. (2014) je potenciál ekosystémových služieb definovaný ako hypoteticky maximálne možné plnenie ekosystémových služieb. Na základe biofyzikálnych údajov v kombinácii s údajmi o využívaní krajiny sme vytvorili mapovací systém pre potreby analýzy a hodnotenia potenciálu agroekosystémových služieb. Ide o kombináciu digitálnych vrstiev o sklonitosti reliéfu, využívaní pozemku, klimatických regiónov a textúry pôdy vytvorenú s použitím nástrojov GIS. Spracovanie vstupných vrstiev, ich kombinácia, modelovanie a štatistické vyhodnotenie agroekosystémových služieb ako aj mapové výstupy prebehli v GIS ArcGIS for Desktop Advanced v. 10.3.

Potenciál regulácie vodného režimu, akumulácie vody v pôde sme modelovali a hodnotili cez retenčnú vodnú kapacitu, ktorá patrí k základným hydrofyzikálnym charakteristikám pôdy. Pri potenciáli regulácie odnosu pôdy sa vychádzalo z modelu USLE (Wischmeier, Smith, 1978). Pre potenciál filtrácie anorganických polutantov v pôde sme využili ratingové hodnotenie indikátora kontaminácie a sorpčného potenciálu pôd (Makovníková et al, 2007). Ekosystémy poľnohospodárskych pôd prispievajú k regulácii klímy sekvestráciou organického uhlíka v pôde. Potenciál regulácie klímy sme hodnotili cez zásoby pôdneho organického uhlíka (Barančíková et al, 2011) v hĺbke 0-30 cm. Výsledné hodnoty boli rozčlenené do piatich kategórií (veľmi nízky potenciál, nízky potenciál, stredný potenciál, vysoký potenciál, veľmi vysoký potenciál).

Spracovanie dátových vrstiev

Pri priestorovej kvantifikácii vstupných geografických dát a databáz, ich spracovaní a pri generovaní agregovaných vrstiev bol využitý software geografický informačný systém ArcGIS for Desktop Advanced verzia 10.3 - ESRI a Surfer 13 - Golden Software.

Grafické spracovanie

Pri grafickom spracovaní výstupov z modelov a výsledných máp sme použili software ArcGIS for Desktop Advanced verzia 10.3 - ESRI.

Štatistické spracovanie

Štatistické spracovanie databáz a nameraných údajov ako aj vyhodnotenie výsledkov bolo realizované v programe SYSTAT 13.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

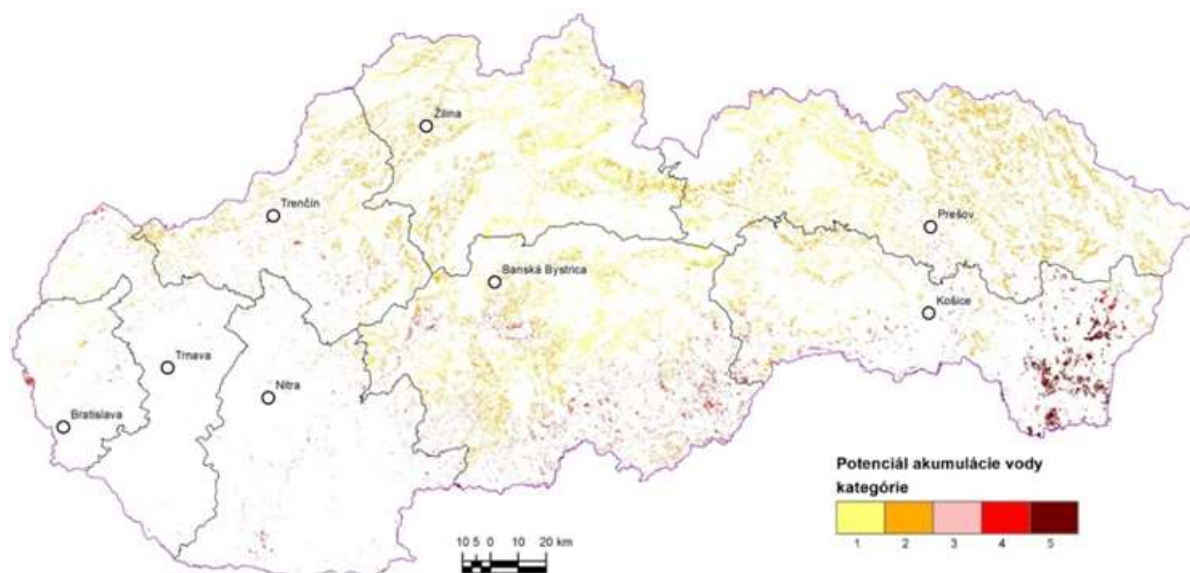
Ekosystémy trvalých trávnych porastov majú vysoký percentuálny podiel hlavne v kategórii s veľmi nízkym a nízkym potenciálom akumulácie vody (tab.1, obr.1). Ide väčšinou o ekosystémy trvalých trávnych porastov vyvinutými na plytkých a silno skeletovitých pôdach najčastejšie typu kambizem, rendzina, fluvizem. Súčasťou vyšších kategórií sú hlavne ekosystémy záplavových oblastí a oblastí s vysokou hladinou podzemnej vody v nivách riek. Vododržnosť ekosystémov trvalých trávnych porastov je determinovaná vyšším obsahom humusu v povrchových vrstvách pôdy v dôsledku vyššieho prísunu organickej hmoty, vyššou skeletovitosťou a menšou hĺbkou pôdy.

Tabuľka 1 Kategórie potenciálu akumulácie vody a regulácie straty pôdy v poľnohospodársky využívaných trvalých trávnych porastoch

Table 1 Categories of potential for water accumulation and regulation of soil loss in agricultural permanent grasslands

Potenciál ¹	% výmery poľnohospodársky využívaných trávnych porastov ²		
	akumulácia vody ³	regulácia straty pôdy (bez zohľadnenia vegetačného krytu) ⁴	regulácie straty pôdy (so zohľadnením vegetačného krytu) ⁵
veľmi nízky ⁶	40,70	20,04	0,00
nízky ⁷	38,63	41,31	0,00
stredný ⁸	5,94	1,20	0,00
vysoký ⁹	10,75	12,71	0,00
veľmi vysoký ¹⁰	3,98	24,74	100,00

¹Potential, ²% of agricultural grasslands, ³Water accumulation, ⁴Regulation of soil loss (bare soil), ⁵Regulation of soil loss (with vegetation cover), ⁶Very low, ⁷Low, ⁸Medium, ⁹High, ¹⁰Very high

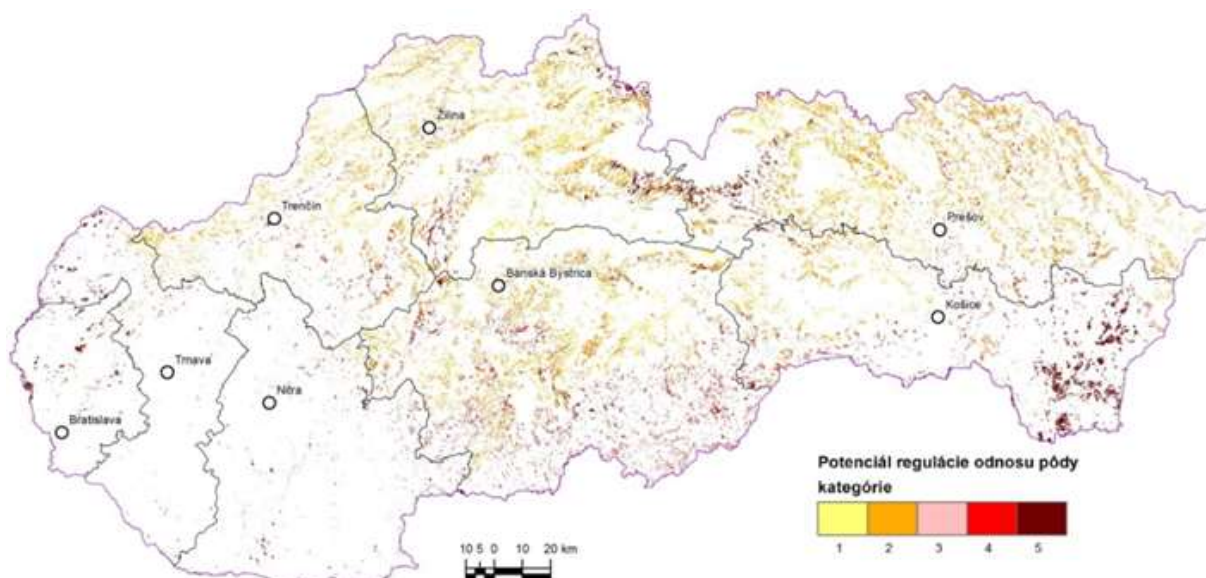


Obrázok 1 Priestorová kvantifikácia potenciálu akumulácie vody poľnohospodársky využívaných trvalých trávnych porastov

Figure 1 Distribution of the water accumulation potential of agricultural permanent grasslands

V agroekosystémoch trávnych porastov sa na regulácii odnosu pôdy podieľa samotná trávna biomasa. Znižuje kinetickú energiu dopadajúcich dažďových kvapiek, a tým znižuje ich účinok

na pôdne častice na povrchu a zamedzuje vzniku málo priepustnej pôdnej vrstvy. Nadzemná biomasa zachytí na svojom povrchu veľké množstvo vody, znižuje tak rýchlosť povrchového odtoku a prispieva k jeho obmedzeniu.



Obrázok 2 Priestorová kvantifikácia potenciálu regulácie straty pôdy poľnohospodársky využívaných trvalých trávnych porastov (bez zohľadnenia vegetačného krytu)
Figure 2 Distribution of the potential for soil loss control of agricultural permanent grasslands (excluding vegetation cover)

Potenciál regulácie odnosu pôdy v agroekosystémoch trvalých trávnych porastov, bez zohľadnenia vegetačného krytu, dosahuje veľmi nízke až nízke hodnoty (takmer 61,5 % z celkovej výmery poľnohospodársky využívaných trávnych porastov) (tab.1, obr. 2).

Pri uvažovaní o celkovom pokrytí pozemkov (v LPISe evidované ako trvalé trávne porasty) trvalými trávnyimi porastmi dosahuje potenciál regulácie odnosu pôdy, regulácie erózie veľmi vysoké hodnoty (v kategórii veľmi vysokého potenciálu je 100 % výmery poľnohospodársky využívaných trávnych porastov (tab.1).

Trvalé trávne porasty sú často lokalizované vo vyšších nadmorských výškach, na pôdach s vyšším sklonom, s nižším sorpčným potenciálom. Tieto pôdy sú vyvinuté prevažne na substrátoch s vyšším obsahom rizikových prvkov, preto patria do kategórie nízkeho potenciálu imobilizácie. Patria sem hlavne ekosystémy na kambizemiach, ktoré však predstavujú veľmi heterogénnu skupinu pôd (Demo a kol., 1998). Filtrácia rizikových polutantov je ovplyvnená predovšetkým hodnotou pôdnej reakcie, obsahom a kvalitou organickej hmoty ako aj vyšším obsahom skeletu, ktorý je charakteristický pre kambizeme na kyslých substrátoch a pestrých bridliciach (Makovníková et al., 2007, Kobza et al., 2014). Do kategórie stredného potenciálu čistenia pôdy patria (tab. 2, obr. 3) agroekosystémy na pseudoglejoch. Potenciál filtračnej služby týchto ekosystémov je ovplyvnený ich vodným režimom, na filtrácii polutantov sa podieľa hlavne humusový horizont. Ekosystémy pseudoglejov majú prevažne stredný potenciál filtrácie avšak pri následnej antropogénnej záťaži je reálny predpoklad ohrozenia ich filtračnej služby vzhľadom na anorganické polutanty.

Priemerné zásoby pôdnej organickej hmoty v pôde v ekosystémoch v trávnych porastov SR (v hĺbke 0 – 30 cm) sa pohybujú od 73 t C.ha⁻¹ (pôdy v nadmorskej výške od 0 do 300 m n.m.) do 86 t C.ha⁻¹ (pôdy v nadmorskej výške nad 600 m n.m.) (Širáň, Makovníková, Barančíková, 2013). Do vysokej a veľmi vysokej kategórie regulácie klímy patrí až 58,04 % plochy poľnohospodársky využívaných trávnych porastov. V prípade ekosystémov trávnych porastov

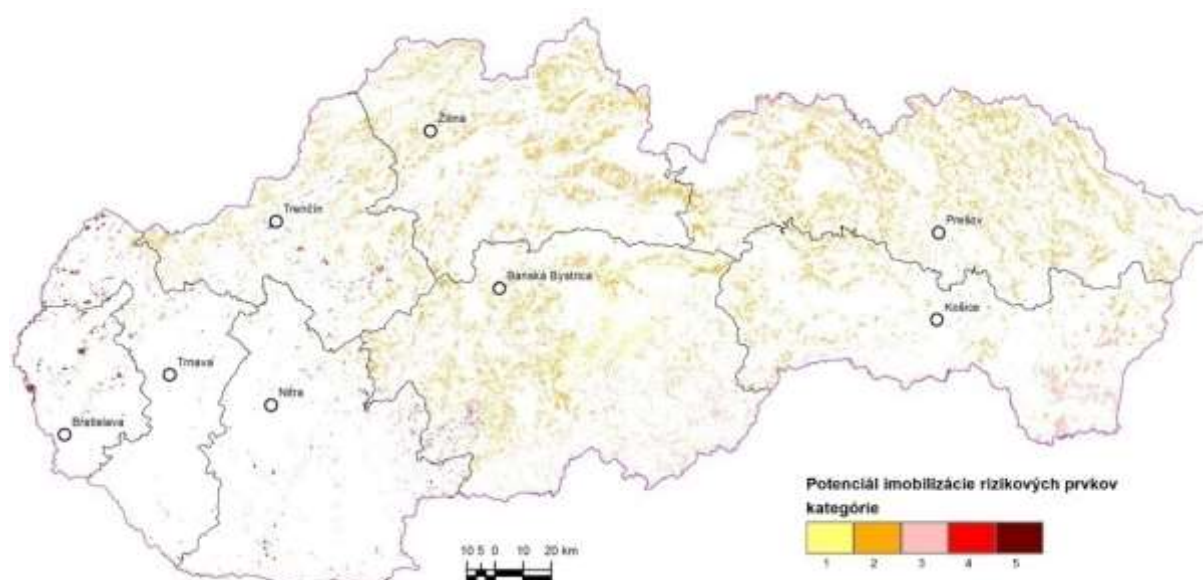
sú dominantným pôdnym typom vo vyšších polohách (> 300 m n.m.) kambizeme, ktoré predstavujú aj najrozšírenejší pôdny typ na Slovensku (Bielek a kol., 1998).

Tabuľka 2 Kategórie potenciálu čistenia pôdy (imobilizácia rizikových prvkov) a regulácie klímy poľnohospodársky využívaných trvalých trávnych porastov

Table 2 Categories of soil cleaning potential (immobilization of risk elements) and climate regulation of agricultural permanent grasslands)

Potenciál ¹	% výmery poľnohospodársky využívaných trávnych porastov ²	
	imobilizácia rizikových prvkov ³	regulácia klímy ⁴
veľmi nízky ⁵	4,15	0,00
nízky ⁶	64,84	38,61
stredný ⁷	21,78	3,35
vysoký ⁸	2,81	14,97
veľmi vysoký ⁹	6,42	43,07

¹Potential, ² % of agriculturally used grasslands, ³ Immobilization of risk elements, ⁴Climate regulation, ⁵Very low, ⁶Low, ⁷Medium, ⁸High, ⁹Very high



Obrázok 3 Priestorová kvantifikácia potenciálu čistenia pôdy poľnohospodársky využívaných trávnych porastov (imobilizácia rizikových prvkov)

Figure 3 Distribution of soil cleaning potential of agricultural permanent grasslands (immobilization of risk elements)

Synergie a kompromisy agroekosystémových služieb

Porovnať materiálne a nemateriálne úžitky, jednotlivé kategórie služieb, je najvhodnejšie cez porovnanie ich potenciálu pre plnenie týchto služieb (Mahbubul et al., 2016). Vzájomný vzťah jednotlivých služieb vyjadrený cez korelačné koeficienty je uvedený v tabuľke 3. Podľa Lescourret et al. (2015) sú hodnoty korelačného koeficientu vyššie ako 0,5 znakom synergického efektu medzi ekosystémovými službami a naopak, hodnoty korelačného koeficientu nižšie ako -0,5 naznačujú negatívny vzťah, ktorý pri potrebe zachovania poskytovania ekosystémových služieb vyžaduje kompromisy.

Pri synergii môže dochádzať k súčinnosti jednotlivých zložiek a výsledným efektom môže byť vyšší potenciál jednotlivých služieb. Synergický efekt je medzi reguláciou vodného režimu a reguláciou odnosu pôdy ako aj filtráciou polutantov (Lescourret et al. 2015).

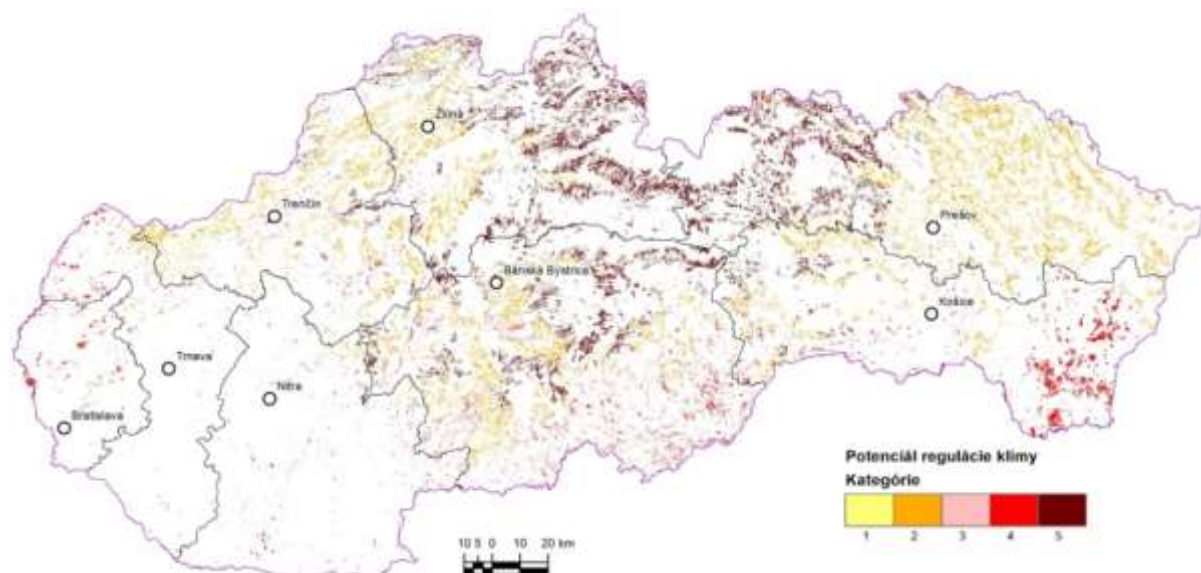
Tabuľka 3 Korelačné koeficienty medzi agroekosystémovými službami trvalých trávnych porastov

Table 3 Correlation coefficients between agroecosystem services of permanent grasslands

Korelačný koeficient ¹	Akumulácia vody ²	Imobilizácia rizikových prvkov ³	Regulácia straty pôdy ⁴	Regulácia klímy ⁵
Akumulácia vody ²	1			
Imobilizácia rizikových prvkov ³	0,28	1		
Regulácia straty pôdy ⁴	0,52	0,34	1	
Regulácia klímy ⁵	0,10	0,19	0,13	1

¹Correlation coefficient, ²Water accumulation, ³Immobilization of risk elements, ⁴ Regulation of soil loss, ⁵Climate regulation

Bolt - hodnoty sú štatisticky preukazné na hladine významnosti $\alpha = 0,05$ (values are statistically significant at the significance level $\alpha = 0.05$)



Obrázok 4 Priestorová kvantifikácia potenciálu regulácie klímy poľnohospodársky využívaných trvalých trávnych porastov

Figure 4 Distribution of the climate regulation potential of agricultural permanent grasslands

ZÁVER

Hodnotenie agroekosystémových služieb prináša nové poznatky, účelové informácie ako aj priestorovú kvantifikáciu služieb agroekosystémov. Pri priestorovej kvantifikácii agroekosystémových služieb pre poľnohospodársky využívané pôdy Slovenska sme prepojili poznatky vedy s manažmentom využívania prírodných zdrojov. Výsledná vrstva je spracovaná pre celé územie Slovenskej republiky s využitím metód a nástrojov, ktoré ponúkajú geografické informačné systémy (GIS) a je zároveň kompatibilná s priestorovými jednotkami v medzinárodne používanej databáze (Corine Land Cover), keďže nesie informácie aj o využívaní pozemku. Potenciál ekosystémových služieb poľnohospodársky využívaných trávnych porastov je determinovaný ich lokalizáciou v krajine s danými klimatickými podmienkami (teplota, zrážky) a je kombináciou abiotických, biotických, morfológických a socio-ekonomických faktorov. Ekosystémy trvalých trávnych porastov majú vysoký percentuálny podiel hlavne v kategórii s veľmi nízkym a nízkym potenciálom akumulácie vody ako aj

imobilizácie rizikových prvkov. Pri uvažovaní o celkovom pokrytí pozemkov (v LPISe evidované ako trvalé trávne porasty) trvalými trávnymi porastmi dosahuje potenciál regulácie odnosu pôdy, regulácie erózie veľmi vysoké hodnoty (v kategórii veľmi vysokého potenciálu je 100% výmery poľnohospodársky využívaných trávnych porastov). Do vysokej a veľmi vysokej kategórie regulácie klímy patrí takmer 60 % plochy poľnohospodársky využívaných trávnych porastov. Synergický efekt sa prejavil medzi reguláciou vodného režimu a reguláciou straty pôdy ako aj mobilizáciou rizikových prvkov.

POĎAKOVANIE

Príspevok bol spracovaný s podporou grantu APVV-18-0035 Oceňovanie ekosystémových služieb prírodného kapitálu ako nástroja hodnotenia sociálno-ekonomického potenciálu území a vďaka podpore v rámci Operačného programu Integrovaná infraštruktúra pre projekt: Udržateľné systémy inteligentného farmárstva zohľadňujúce výzvy budúcnosti 313011W112, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

LITERATÚRA

- BARANČÍKOVÁ G., GUTTEKOVÁ, M., HALAS, J., KOCO, Š., MAKOVNÍKOVÁ, J., NOVÁKOVÁ, M., SKALSKÝ, R., TARASOVIČOVÁ, Z., VILČEK, J., 2011. *Pôdny organický uhlík v poľnohospodárskej krajine – modelovanie zmien v priestore a čase*. Výskumný ústav pôdoznalectva a ochrany pôdy, Bratislava, 85 str., ISBN 978-80-89128-86-0.
- BIELEK, P., ŠURINA, B., ILAVSKÁ, B., VILČEK, J. 1998. *Naše pôdy* (poľnohospodárske). Bratislava: VÚPOP 80 p.
- BUJNOVSKÝ, R., VILČEK, J., BLAAS, G., SKALSKÝ, R., BARANČÍKOVÁ, G., MAKOVNÍKOVÁ, J., BALKOVIČ, J., PÁLKA, B. 2011. *Hodnotenie kapacít pôdy a efektov z jej využívania*. VUPOP Bratislava, 70 str., ISBN 978-80-89128-83-9.
- BURKHARD B., KANDZIORAI, M. S., MÜLLER, F. 2014. Ecosystem Service Potentials, Flows and Demands - Concepts for Spatial Localisation, Indication and Quantification. *Official Journal of the International Association for Landscape Ecology - Regional Chapter Germany (IALE-D)*. Available at <http://www.landscapeonline.de/103097lo201434> ,
- COSTANZA, R. 2008. Ecosystem services: multiple classification systems are needed. *Biological Conservation*, 141, 350-352.
- DEMO, M., BIELEK, P. et al. 2000. *Regulačné technológie v produkčnom procese poľnohospodárskych plodín*. Bratislava, Nitra: SPÚ Nitra a VÚPOP Bratislava, 2000, 667,s., ISBN 80-7137-732-5.
- DOMINATI, E., PATTERSON, M., MACKAY, A. 2010. A framework for classifying and quantifying the natural capital and ecosystem services of soils'. *Ecological Economics*, 69, 1858-1868.
- ELIÁŠ P. 2010. From Vegetation Functions to Ecosystem Services. *Životné Prostredie*, 44, 59 – 64.
- KOBZA, J., BARANČÍKOVÁ, G., DODOK, R., HRIVNÁKOVÁ, K., MAKOVNÍKOVÁ, J., PÁLKA, B., PAVLENDÁ, P., SCHLOSSEROVÁ, J., STYK, J., ŠIRÁŇ, M. 2014. *Monitoring pôd SR. Súčasný stav a vývoj monitorovaných vlastností pôd ako podklad k ich ochrane a ďalšiemu využívaniu* (2007-2012). NPPC-VUPOP Bratislava, 252 s. ISBN 978-80-8163-004-0.
- LESCOURRET, F., MAGDA, D., RICHARD, G., BLONDON, A. F. A., BARDY, M., BAUDRY, J., DOUSSAN, I., DUMONT, B., LEFÈVRE, F., LITRICO, I., CLOUAIRE, R. M., MONTUELLE, B., PELLERIN, S., PLANTEGENEST, M., TANCOIGNE, E., THOMAS, A., GUYOMARD, H., SOUSSANA, L. F. 2015. A social-ecological approach to managing multiple agro-ecosystem services. *Environmental Sustainability* 14, 68–75.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.cosust.2015.04.001>
- MAHBUBUL, A., DUPRASB, J., MESSIER, CH. 2016. A framework towards a composite indicator for urban ecosystem services. *Ecological indicators*, 60, 38 -44.
- MAKOVNÍKOVÁ, J., BARANČÍKOVÁ, G., PÁLKA, B. 2007. Approach to the assessment of transport risk of inorganic pollutants based on the immobilisation capability of soil. *Plant, Soil and Environment*, 53, 365 – 373.
- MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT 2005. Ecosystems and Human Well-Being: Our Human Planet: Summary for Decision Makers. The Millennium Ecosystem Assessment Series,

Volume 5, Island

- NOVÁK, J. 2008. *Pasienky, lúky a trávniky*. Prievidza: Patria I, spol. s.r.o., 708 s. ISBN 978-80-85674-23-1.
- RUŽIČKOVÁ, H., MAGLOCKÝ, Š. 1992. Lúky a pasienky. In *Biotopy Slovenska* - Bratislava : ÚKE SAV, 1992, s. 77
- ŠIRÁŇ, M., MAKOVNÍKOVÁ, J., BARANČÍKOVÁ, G. 2013. Monitorovanie objemovej hmotnosti pôdy - podklad pre stanovenie zásob organickej hmoty v pôde. *Vedecké práce VUPOP*, 2013, str. 166 – 173, ISBN 978-80-8163-003-3.
- Vyhláška č. 59/2013 Z.z. MPRV SR, ktorou sa mení a dopĺňa vyhláška Ministerstva pôdohospodárstva Slovenskej republiky č. 508/2004 Z.z., ktorou sa vykonáva § 27 zákona č. 220/2004 Z.z. o ochrane a využívaní, poľnohospodárskej pôdy a o zmene zákona č. 245/2003 Z.z. o integrovanej prevencii a kontrole znečisťovania životného prostredia a o zmene a doplnení niektorých zákonov
- Zákon č. 220/2004 Z.z. o ochrane a využívaní poľnohospodárskeho fondu v znení neskorších predpisov.

Vývoj emisií na trávnych porastoch

Development of emissions on grasslands

Štefan Pollák¹, Norbert Britaňák², Mariana Jančová¹ Zuzana Dugátová¹

¹NPPC-Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva, Mládežnícka 36, 974 21 Banská Bystrica, Slovenská republika, E-mail: stefan.pollak@nppc.sk

² NPPC-Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva, Regionálne výskumné pracovisko Liptovský Hrádok, Gašperikova 599, 033 01 Liptovský Hrádok, Slovenská republika.

ABSTRACT

Greenhouse gas emissions and removals in the grassland category were obtained using the IPCC 2006 GL methodology for LULUCF and national data on grassland and land area converted to grassland in 2019. The total area of grassland was 850,600 ha in 2019. It is approximately 17.35% of the total land area. Grasslands have shown dramatically declining CO₂ capture in recent years. In 2019, a capture of -118.93 Gg CO₂ was recorded. We have been following a declining trend of CO₂ capture and carbon sequestration for a long time. After individual items, we document the declining ability and captures, from the soil component, through living to dead organic matter.

KEYWORDS: emission, losses carbon, gains CO₂, carbon stocks, grassland.

ÚVOD

Trvalé trávne porasty sú jedinečné komplexy ekosystémov, ktoré zaberajú široké spektrum rôznorodých štruktúr v geografickom priestore a sú charakteristické pestrými ekologickými nárokmi. Svojimi funkciami sa významnou mierou podieľajú na stabilite a biologickej diverzite územia a slúžia aj ako stabilizujúci prvok kultúrnej krajiny. Ich význam z hľadiska absorpcie emisií je značný, aj keď doposiaľ nie exaktne podchytený. Slovenská republika ako členský štát OSN sa prihlásila k rámcovému dohovoru OSN o zmene klímy (UNFCCC) a zaviazala sa okrem iného monitorovať a reportovať každoročne emisie skleníkových plynov produkované v rôznych sektoroch v rámci SR.

Povinnosť vykazovať emisie z využívania krajiny vyplýva aj z Európskej legislatívy a to konkrétne z „Rozhodnutia Európskeho parlamentu a Rady EÚ č. 529/2013 o pravidlách započítavania a akčných plánoch pre emisie a absorpcie skleníkových plynov vyplývajúce z činností súvisiacich s využitím pôdy, so zmenami vo využívaní pôdy a lesným hospodárstvom“, na základe ktorého je Slovenská republika povinná evidovať emisie z poľnohospodárskej výroby. V súčasnosti je platný legislatívny stav na základe Nariadenia EP a Rady (EÚ) 2018/1999 z 11. decembra 2018 o riadení energetickej únie a opatrení v oblasti klímy, ktorým sa menia Nariadenia EP a Rady (ES) č. 663/2009 a (ES) č. 715/2009.

MATERIÁL A METÓDY

Významnú súčasť agendy UNFCCC je sektor LULUCF. Sektor lesníctva a využívania pôdy pokrýva široké spektrum biologických a technických procesov v krajine, ktoré sa odrážajú v inventári skleníkových plynov. Tento sektor zahŕňa všetky skleníkové plyny (CO₂, CH₄ a N₂O) a základné znečisťujúce látky z lesných požiarov (NO_x a CO). Jednotlivé inventáre kategórií LULUCF sú prepojené so všetkými relevantnými procesmi, ktoré súvisia so všetkými piatimi zásobami uhlíka (živá biomasa – nad zemou a pod zemou, mŕtva organická hmota – mŕtve drevo a odpad, uhlík v pôde), ako sú definované v Marakéšskych dohodách. Okrem toho sa produkty z dreva označované ako produkty z vyťaženej dreva (HWP) vykazujú ako dodatočná

skupina v rámci LULUCF (sektor CRF 4.G).

Inventarizácia v sektore LULUCF je založená na definícii reprezentatívnych typov kategórií využitia pôdy – lesná pôda (Forest land, FL), orná pôda (Crop land, CL), trávne porasty (Grass land, GL), mokrade (Wetlands), sídla (Settlements, S) a iná pôda (Other Land, OL). Okrem toho sa uvádzajú ich časové zmeny. Prvé tri kategórie majú najväčší význam vzhľadom na ich relatívnu veľkosť pokrytia rozlohy Slovenska, ktoré predstavuje viac ako 90 % celého územia. Procesy spojené s využívaním pôdy a zmenami vo využívaní pôdy väčšinou súvisia s bilanciou CO₂ (IPCC 2006 GL).

Podľa prístupu úrovne 1 nenastala žiadna zmena v živej biomase v zostávajúcich trávnych porastoch. Tento prístup bol použitý pri odhade emisií/záchytoch v tejto kategórii. Nedošlo k žiadnym zmenám v type ani intenzite hospodárenia a biomasa je na trávnych porastoch približne v ustálenom stave (akumulácia uhlíka rastom rastlín je zhruba vyvážená stratami pasením, rozkladom a požiarom). Emisie CO₂ sa považujú za nevýznamné, pretože sa nepredpokladá žiadna zmena v DOM (mŕtva organická hmota) a zásoby uhlíka v pôde (úroveň 1, IPCC 2006 GL). Toto je konzervatívny predpoklad, ak krajina neočakávala významné zmeny v kategóriách, poruchách alebo režimoch riadenia počas vykazovaného roka. Aplikácia vápenca nie je na Slovensku praxou v kategórii trávne porasty a spaľovanie biomasy je zakázané zákonom č. 314/2001 Z. z. o ochrane pred požiarom.

Každoročne aktualizované priemerné objemy porastových zásob, BCEFR (0,602 pre ihličnany a 0,770 pre listnaté) a štandardný obsah uhlíka (0,51 pre ihličnaté a 0,48 pre listnaté) boli použité na výpočet zásob uhlíka biomasy v lesnej krajine pred konverziou. Štandardné hodnoty 4,7 t C/ha pre bylinnú nadzemnú a podzemnú biomasu boli použité pre zásobu uhlíka biomasy na trávnych porastoch pred konverziou. Zásoba uhlíka z jednoročného rastu trávnej vegetácie po konverzii je 13,6 t C/ha (z tabuľky 6.4, IPCC 2006 GL).

Odhad emisií DOM zahŕňa emisie zo zmien mŕtveho dreva súvisiacich s premenou lesnej pôdy. Čistá zmena zásob uhlíka v mačine porastu je odhadnutá pomocou úrovne 2 pre konkrétnu krajinu. Vychádza sa z existujúcich súborov údajov z pôdnych inventúr a publikovaných informácií (Šály, 1998, Kobza *et al.*, 2002, 2009, 2014, Pavlenda, 2008). Na výpočet čistej zmeny zásob uhlíka v mačine porastu bola použitá stredná hodnota 8,3 t C/ha/rok pre zásoby uhlíka (predstavujúca povrchovú organickú vrstvu). Rovnica 2.23 (IPCC 2006 GL) sa použila na výpočet ročných zmien zásob uhlíka v mŕtvej organickej hmote pre pôdu prepočítanú na CL. Na uplatnenie okamžitej oxidácie uhlíka v mačine porastu sa zásoby mačiny porastu v rámci „novej kategórie“ nastavili na nulu a prechodné obdobie na hodnotu jedna. Zmena zásob uhlíka v mačine porastu v každom roku sa vypočítala ako súčet ročných zmien zásob uhlíka pre každú kategóriu spojenú s pôdou prepočítanou na trávne porasty.

Výpočet zmeny zásoby uhlíka v minerálnych pôdach bol založený na údajoch z pôdnej inventarizácie so štandardným predpokladom 20-ročného obdobia pre rovnováhu zásoby uhlíka v podmienkach „novej kategórie“. Výpočty zmeny zásob uhlíka v minerálnej pôde v dôsledku konverzií lesnej pôdy a ornej pôdy na trávne porasty boli vykonané podľa IPCC 2006 GL. Na odhad čistých zmien zásob uhlíka v minerálnej pôde sa použili priemerné zásoby uhlíka na hektár. Zásoba uhlíka v pôde bola vypočítaná pre hĺbku 30 cm pre každú kategóriu. Na výpočet boli použité aktuálne výsledky monitoringu poľnohospodárskej pôdy a aktualizované databázy. Výpočet zmeny zásoby uhlíka v mačine porastu bol oddelený od výpočtov zmien v pôde. Informácie o zásobách uhlíka v povrchovej organickej vrstve lesných pôd (na základe údajov z inventáru pôdy) sa použil na výpočet zmeny zásoby uhlíka v mŕtvej organickej hmote (lesná pôda prepočítaná na ornú pôdu) so štandardným 20-ročným obdobím pre rovnováhu zásob uhlíka v podmienkach „novej kategórie“. Nasledujúce faktory (priemerná ročná zmena zásoby uhlíka v pôde) boli vypočítané pre rôzne typy konverzie: lesná pôda prepočítaná na trávne porasty -0,704 t C/ha/r, orná pôda prepočítaná na trávne porasty +0,742 t C/ha/r, iná pôda prepočítaná na trávne porasty +1,055 t C/ha/r. Zmena zásob uhlíka v pôde v každom roku sa

vypočítala ako súčet ročných zmien zásob uhlíka pre každú kategóriu súvisiacu s pôdou premenenou na trávnaté plochy.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Emisie a záchyty skleníkových plynov v kategórii trávne porasty boli získané pomocou metodiky IPCC 2006 GL pre LULUCF a národných údajov o výmere trávnatých plôch a pôde prepočítanej na trávnaté plochy v roku 2019. Celková výmera trávnatých plôch predstavovala 850 600 ha v roku 2019. Je to približne 17,35 % z celkovej rozlohy krajiny. Plocha pasienkov od roku 1980 do začiatku roku 1990 klesala a od tohto roku do roku 2005 stúpala. Od roku 2005 má výmera pasienkov mierne klesajúci trend. Postupnosť zmien v charaktere a využívaní krajiny dlhodobo eviduje Úrad geodézie, kartografie a katastra Slovenskej republiky. Z týchto údajov sa zostavujú základné jedno a dvadsaťročné zostavy využitia krajiny pre potreby LULUCF.

Obhospodarované trvalé trávne porasty (TTP) v roku 2019 predstavovali 513 592 ha. Tieto TTP sú využívané a hospodáriace subjekty na ich výmery zväčša poberajú rôzne podpory. Vývoj výmer obhospodarovaných TTP (tabuľka 1) charakterizuje lineárna rovnica $y = 1321,2x + 838266$ ($R^2 = 0,299$; $P = 0,0021$). Neobhospodarované TTP v roku 2019 predstavovali 337 008 ha. Tieto plochy TTP sú zanedbávané a opustené, podliehajú zrýchlenej sukcesii. Vývoj výmer neobhospodarovaných TTP v období rokov 1990 – 2019 vyjadruje rovnica $y = 15592x - 25653$ ($R^2 = 0,727$; $P < 0,0001$).

Tabuľka 1 Dynamika vývoja TTP na Slovensku

Table 1 Dynamics of development of permanent grasslands in Slovakia

TTP ¹	Priemerná hodnota ⁸	Smerodajná odchýlka ⁹	Variačný koeficient ¹⁰	SE ¹¹
Zberová plocha (ha) ² *	510 259,7	122 417,8	0,2399	17 312,5
Úroda (t) ³ *	1 159 080	278 155,7	0,2340	39 337,2
Úroda z ha (t) ⁴ *	2,41	0,579624	0,2405	0,081971
Výmera deklarovaná ÚGKK SR (ha) ⁵ **	858 744,4	21 239,77	0,0247	38 77,83
Rozdiel výmer (ha) – neobhospodarované plochy ⁶ **	216 029,1	160 889,5	0,7448	29 374,2
Percento podielu (%) – neobhospodarované plochy ⁷ **	24,88	18,42327	0,7405	3,363613

ÚGKK SR - Úrad geodézie, kartografie a katastra Slovenskej republiky

* údaje za roky (1970-2019) ** údaje za roky (1990-2019)

¹Permanent grassland, ²Harvest area (ha) *, ³Harvest (t) * data for years (1970-2019), ⁴Harvest per ha (t) *, ⁵Area declared by Geodesy, Cartography and Cadastre Authority of the Slovak Republic (ha) ** data for years (1990-2019), ⁶Differences in areas (ha) - uncultivated areas ** ⁷Relative (%) - uncultivated areas **, ⁸Average, ⁹Standard deviation, ¹⁰Coefficient of variation, ¹¹Standard error of mean

Bližšiu charakteristiku zmien využitia krajiny dokumentujú ročné zmeny zásob uhlíka v mačine porastu v danom roku, ktoré sa vypočítali ako súčet ročných zmien zásob uhlíka pre každú kategóriu spojenú s pôdou prepočítanou na GL (tabuľka 2).

Pri jednoročných prevodoch využitia krajiny je zreteľný kontinuálne narastajúci trend straty výmer TTP v prospech lesného fondu. Ilustruje to rovnica $y = 0,0347x + 0,3259$; $R^2 = 0,3488$; $P = 0,0006$. Naopak pri jednoročných prevodoch využitia krajiny v kategórii lesná krajina premenená na trávne porasty sa sleduje nižší východiskový stav a klesajúci trend až k nulovej úrovni, čo vyjadruje rovnica $y = -0,0108x + 0,2941$; $R^2 = 0,4504$; $P < 0,0001$.

Tabuľka 2 Jednoročné zmeny využitia krajiny v kha – vybrané kategórie
Table 2 Changes in land use changes annually (kha) - selected categories

Matica využitia územia za 1 ročné obdobie ¹	2018 (kha)	2019 (kha)	2020 (kha) MASE ⁷	Priemerná hodnota ⁴	Smerodajná odchýlka ⁵	Variačný koeficient ⁶	SE ⁷
TTP na Lesnú krajinu ²	1,118	1,162	1,344 1,19	0,863	0,51678	0,598632	0,094
Lesná krajina na TTP ³	0,000	0,026	-0,063 0,42	0,126	0,14199	1,124225	0,026

¹LUM 20y, ²Grassland to Forest, ³Forest to Grassland, ⁴Average value, ⁵Standard deviation, ⁶Coefficient of variation, ⁷MASE - measure of the accuracy of forecasts, ⁸Standard error of mean

Výpočet zmeny zásoby uhlíka v minerálnych pôdach bol založený na údajoch z pôdnej inventarizácie so štandardným predpokladom 20-ročného obdobia pre rovnováhu zásoby uhlíka v podmienkach „novej kategórie“ (tabuľka 3).

Tabuľka 3 Dvadsaťročné zmeny využitia krajiny v kha – vybrané kategórie
Table 3 Twenty annual land use changes in kha - selected categories

Matica využitia územia za 20 ročné obdobie ¹	2018 (kha)	2019 (kha)	2020 (kha) MASE ⁷	Priemerná hodnota ⁴	Smerodajná odchýlka ⁵	Variačný koeficient ⁶	SE ⁸
TTP na Lesnú krajinu ²	19,434	19,765	19,781 3,79	15,855	2,001871	0,126258	0,3655
Lesná krajina na TTP ³	1,479	1,419	1,237 0,48	4,018	1,416835	0,352619	0,259

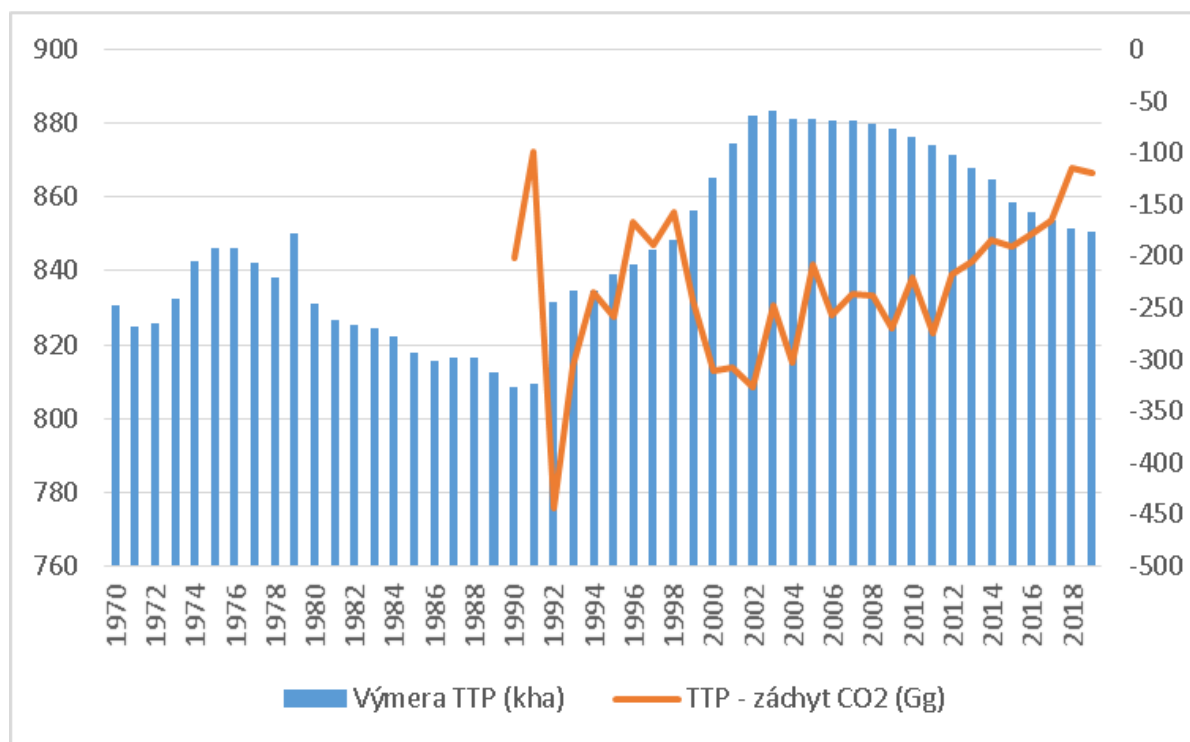
¹LUM 20y, ²Grassland to Forest, ³Forest to Grassland, ⁴Average value, ⁵Standard deviation, ⁶Coefficient of variation, ⁷MASE - measure of the accuracy of forecasts, ⁸Standard error of mean

Dvadsaťročné prevody využitia krajiny v kategórii trávne porasty premenené na lesnú krajinu charakterizuje vyrovnaný trend mierneho nárastu v poslednom desaťročnom období $y = 0,0157x + 15,612$; $R^2 = 0,0048$; $P = 0,7160$. Naproti tomu dvadsaťročné prevody využitia krajiny v kategórii Lesná krajina premenená na Trávne porasty korelujú s jednoročnými zmenami v danej kategórii. Sledujeme nižší východiskový stav a klesajúci trend $y = -0,1305x + 6,0413$; $R^2 = 0,6578$; $P < 0,0001$.

Zmenu výmer TTP na Slovensku od roku 1970 do roku 2019 a stanovené emisie podľa metodiky IPCC: 2006 IPCC Guidelines vyjadrené v kt CO₂ ekvivalentov dokumentuje obrázok 1. Obdobie celospoločenských zmien po roku 1990 sa odrazilo v zmenách výmer aj v záchytoch emisií. Vývoj výmer TTP je charakterizovaný lineárnou rovnicou $y = 1,0515x + 820,21$ ($R^2 = 0,4449$; $P < 0,0001$), ktorá poukazuje na výrazný nárast výmer TTP v deklarovanom období. Napriek zvyšujúcim sa výmerám TTP v hodnotenom období bol zaznamenaný klesajúci trend množstva záchytov CO₂ ($y = 2,9537x - 334,18$; $R^2 = 0,1297$; $P = 0,0506$). Opúšťanie obhospodarovania TTP a v posledných rokoch aj pokles ich výmer sa výrazne odzrkadľuje na stratách ich vitálnych funkcií a zhoršujúcom sa stave v záchytoch emisií. Na začiatku monitorovacieho obdobia TTP vykazovali vysoké záchyty CO₂, ktoré však posledné roky výrazne klesajú. V roku 2019 bol zaznamenaný záchyt na úrovni -118,93 kt CO₂. (Szemesová *et. al.*, 2020).

Emisie CO₂ a zmeny zásob uhlíka v živej biomase sú dôležité ukazovatele, ktoré sa stanovujú v rámci každoročnej emisnej inventúry. Na začiatku sledovaného obdobia sa prejavili výrazné zmeny, ktoré sa postupne zmierňovali. Približovanie sa trendových čiar lineárnych rovníc k nule pripisujeme ustáleniu stavu výmer TTP po nevyrovnanom začiatčom období,

zohľadneniu 20 ročných priemerov a súčasne neustálemu znižovaniu intenzity obhospodarovania a hnojenia, ktoré sa odzrkadľuje aj v klesajúcich hospodárskych úrodách zberanej fytomasy.



Obrázok 1 Plochy TTP v SR (1970-2019) a záchyty emisií CO₂ (1990-2019)

Figure 1 Areas of permanent grasslands in the Slovak Republic (1970-2019) and capture of CO₂ emissions (1990-2019)

V hodnotenom období (tabuľka 4) je zaznamenaný trvalo klesajúci trend prírastkov zásob (záchytov) uhlíka $y = -0,5067x + 13,958$; $R^2 = 0,2766$; $P < 0,0001$) a strát uhlíka $y = 0,7484x - 22,704$; $R^2 = 0,3732$; $P < 0,0001$.

Tabuľka 4 Zmena zásob uhlíka na TTP (1990-2019)

Table 4 Change in carbon stocks of permanent grassland (1990-2019)

Zmeny zásob uhlíka a emisie CO ₂ /odstraňované z pôdy ¹	Priemerná hodnota ⁹	Smerodajná odchýlka ¹⁰	Variačný koeficient ¹¹	SE ¹²
Emisie (kt CO ₂ equivalent) ²	-229,582	71,67791	-0,31221	13,08654
Celková plocha (kha) ³	858,7444	21,23977	0,024734	3,877834
Zmeny zásob uhlíka v živej biomase ⁴				
Prírastok – záchyt (kt C) ⁵	6,104059	8,482434	1,389638	1,548673
Strata (kt C) ⁶	-11,3955	10,78535	-0,94645	1,969127
Čistá zmena (kt C) ⁷	-5,00007	13,65624	-2,73121	2,493276
Čistá zmena zásob uhlíka v mŕtvej organickej hmote (kt C) ⁸	-1,70567	1,846651	-1,08265	0,337151

¹Changes in carbon stocks and CO₂ emissions / removed from soil, ²Emissions (kt CO₂ equivalent),

³Total area (kha), ⁴Changes in carbon stocks in living biomass, ⁵Gains - capture (kt C), ⁶Losses (kt C), ⁷Net change (kt C), ⁸Net change in carbon stocks in dead organic matter (kt C), ⁹Average value,

¹⁰ Standard deviation, ¹¹ Coefficient of variation, ¹² Standard error of mean

Projekcie hlavných vstupných parametrov - výmery a zmeny vo výmerách v jednotlivých kategóriách využívania krajiny v sektore LULUCF na rok 2020 boli stanovené prostredníctvom funkcie exponenciálneho vyrovnávania MS Excel, v nástroji Prognóza (projekcie dynamické). Interval spoľahlivosti bol nastavený na 95 % (tabuľka 5).

Tabuľka 5 Zmena zásob uhlíka na TTP (2017-2019) a prognóza na rok 2020

Table 5 Change in carbon stocks to TTP (2017-2019) and forecast for 2020

Zmeny zásob uhlíka a emisie CO ₂ /odstraňované z pôdy ¹	2017	2018	2019	2020
Emisie (kt CO ₂ equivalent) ²	-164,88	-114,95	-118,93	-208,10
Celková plocha (kha) ³	853,76	851,69	850,60	
Zmeny zásob uhlíka v živej biomase ⁴				
Prírastok – záchyt (kt C) ⁵	0,58	0,18	0,38	-1,24
Strata (kt C) ⁶	-1,06	-9,89	-2,65	2,71
Čistá zmena (kt C) ⁷	-0,47	-9,71	-2,27	-2,29
Čistá zmena zásob uhlíka v mŕtvej organickej hmote (kt C) ⁸	-0,13	-1,24	-0,34	0,57

¹Changes in carbon stocks and CO₂ emissions / removed from soil, ²Emissions (kt CO₂ equivalent),

³Total area (kha), ⁴Changes in carbon stocks in living biomass, ⁵Gains - capture (kt C), ⁶Losses (kt C), ⁷Net change (kt C), ⁸Net change in carbon stocks in dead organic matter (kt C)

Rozdiel prírastku a straty zásoby uhlíka (C) živej biomasy je výsledný parameter čistej zmeny zásob C v živej biomase TTP. Obdobne ako pri parametri záchytu CO₂, aj pri parametri zásoby uhlíka v biomase sa prejavuje klesajúci trend ($y = 0,2417x - 8,7461$; $R^2 = 0,0243$; $P = 0,2797$). Čo nám indikuje znižovanie vstupov a intenzity obhospodarovania TTP. V čistej zmene zásob uhlíka v pôde (tabuľka 6) sa prejavuje ešte výraznejší klesajúci trend ($y = -1,2128x + 88,358$; $R^2 = 0,4927$; $P < 0,0001$).

Tabuľka 6 Zmena zásob uhlíka v pôde na TTP (1990-2019)

Table 6 Change in soil carbon stocks in permanent grassland (1990-2019)

Čistá zmena zásob uhlíka v pôde ¹	Priemerná hodnota ⁸	Smerodajná odchýlka ⁹	Variačný koeficient ¹⁰	SE ¹¹
Minerálne pôdy ²	69,5599	15,2105	0,21867	2,7770
Zmena zásob uhlíka v živej biomase na plochu ³				
Prírastok – záchyt (t C/ha) ⁴	0,00715	0,01002	1,40267	0,0018
Strata (t C/ha) ⁵	-0,0131	0,01313	-1,0021	0,0024
Čistá zmena (t C/ha) ⁶	-0,00595	0,01639	-2,7523	0,0030
Čistá zmena zásob uhlíka v mŕtvej organickej hmote na plochu (t C/ha) ⁷	-0,00202	0,00227	-1,1204	0,0004

¹Net change in soil carbon stocks, ²Mineral soils, ³Change in carbon stocks in living biomass per area, ⁴Gains - capture (t C/ha), ⁵Losses (t C/ha), ⁶Net change (t C/ha), ⁷Net change in carbon stock in dead organic matter per area (t C/ha), ⁸Average value, ⁹Standard deviation, ¹⁰Coefficient of variation, ¹¹Standard error of mean

Tento ukazovateľ ilustruje zmeny v obhospodarovaní za posledných 30 rokov, kedy došlo k zmene prístupu, znižovaniu vstupov a intenzity obhospodarovania TTP. Prognózu vývoja zásob uhlíka v pôdach TTP na rok 2020 popisuje tabuľka 7.

Tabuľka 7 Zásoba uhlíka v pôde TTP (2018-2019) a prognóza na rok 2020
Table 7 Soil carbon stock at TTP (2018-2019) and forecast for 2020

Čistá zmena zásob uhlíka v pôde ¹	2017	2018	2019	2020
Minerálne pôdy ²	45,6738	42,3881	35,1349	50,289
Zmena zásob uhlíka v živej biomase na plochu ³				
Prírastok – záchyt (t C/ha) ⁴	0,0007	0,00021	0,0005	-0,0015
Strata (t C/ha) ⁵	-0,0012	-0,0116	-0,0031	0,0025
Čistá zmena (t C/ha) ⁶	-0,0006	-0,0114	-0,0027	0,0008
Čistá zmena zásob uhlíka v mŕtvej organickej hmote na plochu (t C/ha) ⁷	0,0535	0,0498	0,0413	0,0582

¹Net change in soil carbon stocks, ²Mineral soils, ³Change in carbon stocks in living biomass per area, ⁴Gains - capture (t C/ha), ⁵Losses (t C/ha), ⁶Net change (t C/ha), ⁷Net change in carbon stock in dead organic matter per area (t C/ha),

ZÁVER

Prezentovanými výsledkami sme ilustrovali výrazné klesanie záchytov CO₂ a následné znižovanie zásob uhlíka v najdôležitejších parametroch. Alarmujúci je trend poklesu zásob uhlíka v živej biomase a čistá zmena zásob uhlíka v mŕtvej organickej hmote v pôde. Taktiež sledujeme dlhodobé negatívne trendy pri zmene využívania trávnych porastov v prospech lesnej krajiny. Zarastanie a sukcesia drevinami s následným vývojom lesa je dominantný jav. Sektor LULUCF s čistým odstránením -6 342,76 kt CO₂ ekv. v roku 2019 je veľmi dôležitý sektor emisnej agendy IPCC. A aj keď trvalé trávne porasty sú jeho najmenšou súčasťou, zachytili -118,93 kt CO₂. Výsledky emisnej inventúry tak potvrdili dlhodobjší trend znižovania viazania uhlíka, znižovanie záchytov CO₂ trávnyimi porastmi. Celková vitalita TTP sa negatívne odráža v klesajúcej produkčnej schopnosti trávnych porastov.

POĎAKOVANIE

Tento príspevok bol spracovaný vďaka podpore úlohy odbornej pomoci „Plnenie činností v oblasti sledovania a inventarizácie emisií z trvalých trávnych porastov a vzniknutých zmien v tvorbe a absorpcii emisií pri zmene využívania plôch trvalých trávnych porastov na základe požiadaviek MPRV SR“.

LITERATÚRA

- IPCC 2006: 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H. S., Buendia I., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds.), Published: IGES, Japan.
- KOBZA, J., BARANČIKOVÁ, G., CEPKOVÁ, V., DOŠEKOVÁ, A., FULAJTÁR, E., HOUŠKOVÁ, B., MAKOVNÍKOVÁ, J., MATÚŠKOVÁ, L., MEDVEĎ, M., PAVLENDÁ, P., SCHLOSSEROVÁ, J., STYK, J., VOJTÁŠ, J., 2002: Soil monitoring of the Slovak republic - present state and development of monitored soil properties 1997-2001. Bratislava, Soil Science and Conservation Research Institute, 178 pp. (in Slovak).
- KOBZA, J., BARANČIKOVÁ, G., ČUMOVÁ, L., DODOK, R., HRIVNÁKOVÁ, K., MAKOVNÍKOVÁ, J., NÁČINIAKOVÁ - BEZÁKOVÁ, Z., PÁLKA, B., PAVLENDÁ, P., SCHLOSSEROVÁ, J., STYK, J., ŠIRÁŇ, M., TOTHOVÁ, G., 2009: Soil monitoring of the Slovak republic - present state and development of monitored soil properties 2002 – 2006, Bratislava, Soil Science and Conservation Research Institute, 200 s. (in Slovak).
- KOBZA, J., BARANČIKOVÁ, G., DODOK, R., HRIVNÁKOVÁ, K., MAKOVNÍKOVÁ, J., PÁLKA, B., PAVLENDÁ, P., SCHLOSSEROVÁ, J., STYK, J., ŠIRÁŇ, M., 2014: Soil monitoring of the Slovak republic - present state and development of monitored soil properties 2007 - 2012. Bratislava, Soil Science and Conservation Research Institute, 249 s. (in Slovak).
- PAVLENDÁ, P., 2008: Quantification of carbon stocks in forest soils. In: Kobza, J. (Ed.): Piate pôdoznalecké dni. Pôda - národné bohatstvo. Zborník z medzinárodnej konferencie, Bratislava: VÚPOP, 2013, s. 243-250 (in Slovak).
- SZEMESOVÁ, J., LABOVSKÝ, J., HORVÁT, J., DANIELIK, V., TONHAUZER, K.,

PRIWITZER,T.,BARKA,I., PAVLENDÁ,P., SVIČEK,M., BEZÁK,P., POLLÁK,Š., BODÍK,I., HRABČÁK,M., JONÁČEK,Z., GERA,M.,2020. NATIONAL INVENTORY REPORT OF THE SLOVAK REPUBLIC 2020, Bratislava: SLOVAK HYDROMETEOROLOGICAL INSTITUTE, 2020. p.492.

ŠÁLY, Rudolf. *Pedológia: Skriptum*. 1998, Zvolen: TU Zvolen, 1998, 177

Kompakcia pôd regiónov Banská Bystrica a Krompachy

Soil compaction in Banská Bystrica and Krompachy region

Miloš Širáň¹, Boris Pálka¹, Jarmila Makovníková¹

¹NPPC-Výskumný ústav pôdoznanectva a ochrany pôdy, Mládežnícka 36, 974 04 Banská Bystrica, Slovenská republika, E-mail: milos.siran@nppc.sk

ABSTRACT

To evaluate the soil compaction of the regions, the results of soil bulk density and risk of compaction of soil types and textures obtained within the soil monitoring of Slovakia and verified by network thickening in the given regions were used, as well as map layers of individual soil types, textures and land use of selected regions. A more favourable physical condition can be expected in soils under permanent grasslands, in surface layers of soil (topsoil), in texturally light soil and soil layers with higher humus content, or with the occurrence of a small skeleton. The state of soil compaction in the regions is closely related to the riskiness of the represented soil types and textures as well as the way of land use.

KEYWORDS: risk of soil compaction, bulk density, grassland, cropland, region

ÚVOD

Kompakcia pôdy patrí medzi závažné novodobé ohrozenia pôdy (Eckelmann a kol., 2006). Ide o fyzikálnu degradáciu pôdy, keď vplyvom utlačania dochádza k redukcii jej objemu na úkor celkovej pórovitosti a v rámci nej prevažne nekapilárnych pórov (Lhotský, 2000). Zhutnená pôda si prestáva plniť v plnej miere svoju produkčnú funkciu (zníženie výnosov, rentabilnosti výroby - zvýšenie náročnosti pri spracovaní pôdy, zníženie účinnosti hnojenia), ako aj rôzne ekologické funkcie (obmedzenie predovšetkým transportných a transformačných procesov). Takáto pôda sa stáva najviac zraniteľnou najmä vo vyhranených prírodných, príp. poveternostných podmienkach, ako sú obdobie sucha (znásobovanie nepriaznivého efektu kompaktie), či intenzívne alebo výdatné atmosférické zrážky, ktoré sa v posledných rokoch vyskytujú častejšie. Teda navonok zdanlivo nebadateľný jav sa i pri sebelepšom obhospodarovaní pôdy (hnojenie, vápnenie...) môže stať nielen vážnou prekážkou pri dosahovaní rentabilných úrod, ale navyše i príčinou jej totálnej degradácie vplyvom erózie pôdy, ktorá je na rozdiel od kompaktie prakticky nevratným javom.

Výsledky získané v rámci Monitoringu pôd SR (Kobza a kol., 2019), príp. zo zahraničia (Lhotský, 2000, Jones a kol., 2003, Fulajtár, 2006) ukazujú na to, že objemová hmotnosť ako hlavný indikátor fyzikálneho stavu pôdy, závisí najmä od textúry, od manažmentu obhospodarovania pôd, od toho či ide o pravidelne kyprenú ornicu alebo podornicu, ale tiež aj od pôdneho typu, ktorý bližšie charakterizuje stav a heterogenitu ostatných vlastností pôdy (hlavne zrnitosti, skeletovitosti, obsahu humusu) v pôdnom profile. Tieto poznatky sú využívané pri modelovaní chýbajúcich hodnôt objemovej hmotnosti v pôdných databázach (Heuscher a kol., 2005, Makovníková a kol., 2005, 2007, 2011, 2017), príp. pri odhadoch a mapovaní kompaktie pôdy (Zrubec, 1998, Širáň, 2008, 2010).

Na Slovensku z hľadiska zrnitosti, príp. hodnotenej časti pôdneho profilu fyzikálny stav sledovaných pôd vo vzťahu k limitom zhutnenia sa zhoršoval v smere od zrnitostne ľahších ku ťažším pôdam, keď pri hlinito-piesčitých sú hodnoty meraných fyzikálnych parametrov pod limitom zhutnenia, podornice piesčito-hlinitých ho už dosahujú krajnými hodnotami, rovnako ako ornice hlinitých až ílovitých pôdných druhov. Podornice hlinitých až ílovitých pôd sú obyčajne zhutnené aj podľa priemerov s výnimkou hlinitých černozemí a fluvizemí na karbonátových substrátoch.

Medzi najrizikovejšie pôdne typy z hľadiska kompaktie patria textúrne diferencované pôdy ako pseudogleje, luvizeme, hnedozeme, zvlášť subtyp pseudoglejový, pri ktorých stagnuje zrážková voda v hornej časti pôdneho profilu nad málo priepustnou vrstvou vytvorenou nahromadením ílu v nej, čo podporuje proces uľahnutia pôdy.

MATERIÁL A METÓDY

V rámci predmetných regiónov Banská Bystrica a Krompachy (vyčlenených podľa enviromentálnej regionalizácie SR) bol vyhodnotený stav objemovej hmotnosti pôdy, ako aj stav kompaktie pôdy na základe výsledkov a poznatkov Monitoringu pôd SR a terénneho prieskumu v rámci zahustenej siete lokalít vybraných regiónov. Základné fyzikálne vlastnosti pôdy sa stanovili z Kopeckého valčekov o objeme 100 cm³ (Hrivňáková a kol. 2011), pričom hlavným indikátorom kompaktie je objemová hmotnosť pôdy (jemnozeme; pri skeletnatých pôdach redukovaná o skelet). Vzorky sa odoberali z hĺbky 0,10-0,20 m a 0,30-0,40 m prevažne v mesiaci jún (od druhej polovice mája do polovice júla), kedy objemová hmotnosť pôdy, vzhľadom na jej sezónnu variabilitu (osobitne na orných pôdach), dosahuje ustálený, rovnovážny stav. Údaje objemovej hmotnosti boli štatisticky spracované podľa pôdnych typov, resp. subtypov, pri súčasnom zohľadnení pôdnych druhov (potrebných k vyhodnoteniu stavu zhutnenia pôdy). Stav objemovej hmotnosti (vyznačený farbami – Obr. 1 a 2) bol vyhodnotený na základe jej priemerných hodnôt v daných skupinách pôd, ktoré boli zatriedené do šiestich kategórií (Tab. 3).

Pri tvorbe hraníc medzi týmito kategóriami boli použité prevažne hodnoty limitov zhutnenia v zmysle vyhlášky 59/2013, ktorou sa naplňa zákon 220/2004 Z. z. o ochrane a využívaní poľnohospodárskej pôdy. Stav kompaktie pôdy (vyjadrený v podobe šrafovaných plôch – Obr. 1 a 2) bol zhodnotený na základe percentuálneho podielu zhutnených lokalít zo všetkých sledovaných lokalít v daných skupinách pôd, ktorý poukazuje na riziko zhutnenia a tiež poskytuje presnejšiu informáciu o stave kompaktie ako priemer objemovej hmotnosti. Riziko zhutnenia bolo rozdelené do piatich kategórií (Tab. 4).

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Zdrojom komplexných informácií o fyzikálnom stave pôd je Monitoring pôd SR, v rámci ktorého sa vyhodnocuje stav a vývoj kompaktie pôd predovšetkým na základe jej hlavného indikátora objemovej hmotnosti pôdy. Podrobnejší prieskum prostredníctvom zahustenej siete lokalít v rámci vybraných území Banská Bystrica a Krompachy ponúka detailnejší prístup k hodnoteniu kompaktie pôd v daných regiónoch.

Nevyhnutným podkladom k hodnoteniu regiónov je zastúpenie pôdnych typov a druhov ako aj typ obhospodarovania pôd (tab. 1-2). V regióne Banská Bystrica mierne prevažujú trávne porasty (56% výmery poľnohospodárskej pôdy), z pôdnych druhov prevládajú hlinité pôdy a z pôdnych typov dominujú kambizeme, pričom na orných pôdach sú nepatrne viac zastúpené pôdy rovinatejších častí kotlín (fluvizeme, čiernice, pseudogleje), príp. úpäti svahov (kambizeme pseudoglejové). Región Krompachy je využívaný ako trvalý trávny porast prevažne na kambizemiach, s vyšším zastúpením piesočnato-hlinitých a hlinitých pôd. Región Banská Bystrica oproti regiónu Krompachy sa vyznačuje hlavne vyšším výskytom údolných pôd a rendzín a nižším podielom piesočnato-hlinitých pôdnych druhov.

Zo zmienených regiónov z hľadiska stavu objemovej hmotnosti v oboch hĺbkach najpriaznivejšie vychádza región Krompachy-TTP, nasleduje Banská Bystrica-TTP a Banská Bystrica-OP, v ktorých je väčší podiel vyšších kategórií (Tab. 3). V prípade stavu rizika kompaktie je situácia podobná (Tab. 4). V hĺbke 10-20 cm je len mierne lepší fyzikálny stav pôd pod TTP ako na orných pôdach, no v hlbších vrstvách sa rozdiely zväčšujú, pričom najpriaznivejší stav je v regióne Krompachy-TTP a najhorší v regióne Banská Bystrica-OP.

Tabuľka 1 Zastúpenie pôdných typov a druhov v regióne Banská Bystrica**Table 1 Representation of soil types and textures in the Banská Bystrica region**

Pôdny typ ¹	Percento plochy trvalých trávnych porastov/ornej pôdy ²									
	P ³ – HP ⁴		PH ⁵		H ⁶		IH ⁷ – IV ⁸		suma	
	TTP ¹⁵	OP ¹⁶	TTP	OP	TTP	OP	TTP	OP	TTP	OP
FM ⁹	0,2	1,4	1,1	3,3	2,0	5,2	0,1	1,0	3,5	10,9
ČA ¹⁰	-	-	0,0	0,8	0,0	0,2	-	-	0,0	1,0
PG ¹¹	-	-	-	-	1,1	3,9	0,3	0,4	1,4	4,3
KM ¹²	1,7	0,6	17,2	11,2	41,4	45,8	2,4	1,9	62,6	59,4
KMg ¹³	-	-	1,6	2,3	7,8	10,4	0,2	0,3	9,6	13,1
RA ¹⁴	-	-	3,9	3,3	13,6	7,2	5,4	0,7	22,9	11,3
suma	1,9	2,0	23,8	21,0	65,9	72,7	8,4	4,4	100,0	100,0

¹ Soil type, ² Percentage area of permanent grassland/cropland, ³P- piesčitá sandy, ⁴HP- hlinito-piesčitá loamy sand, ⁵PH- piesčito-hlinitá sandy loam, ⁶H- hlinitá loam, ⁷IH- ílovito-hlinitá clay loam, ⁸IV- ílovitá clay, ⁹FM- fluvizem Fluvisol, ¹⁰ČM- čiernica Mollic Fluvisol, ¹¹PG- pseudoglej Planosol, ¹²KM- kambizem Cambisol, ¹³KMg- kambizem pseudoglejová Stagnic Cambisol, ¹⁴RA- rendzina Rendzic Leptosol, ¹⁵TTP- trvalý trávny porast permanent grassland, ¹⁶OP- orná pôda cropland

Tabuľka 2 Zastúpenie pôdných typov a druhov v regióne Krompachy**Table 2 Representation of soil types and textures in the Krompachy region**

Pôdny typ	Percento plochy poľnohospodárskej pôdy				
	P - HP	PH	H	IH - IV	suma
FM	-	1,9	1,3	-	3,2
KM	3,8	48,0	40,4	-	92,2
PG	-	-	1,2	-	1,2
RA	-	-	3,4	-	3,4
suma	3,8	49,9	46,3	-	100,0

Vysvetlivky ako v Tabuľke 2 Explanations as in Table 2

Tabuľka 3 Zastúpenie pôd podľa objemovej hmotnosti pôdy (g.cm⁻³) v rámci hĺbky 10-20 cm a 30-40 cm v regiónoch Banská Bystrica a Krompachy**Table 3 Representation of soils according to the soil bulk density within topsoil and subsoil in the Banská Bystrica and Krompachy region**

Objemová hmotnosť pôdy ¹ (g.cm ⁻³)	Percento plochy trvalých trávnych porastov/ornej pôdy ²					
	10-20 cm			30-40 cm		
	Banská Bystrica		Krompachy	Banská Bystrica		Krompachy
	TTP	OP	TTP	TTP	OP	TTP
< 1,35	97,2	91,3	100,0	18,7	19,4	76,2
1,36-1,40	2,8	3,4	-	49,4	49,9	-
1,41-1,45	-	5,2	-	28,6	9,5	12,3
1,46-1,50	-	0,1	-	3,1	12,7	7,7
1,51-1,55	-	-	-	0,2	6,2	-
>1,55	-	-	-	-	2,3	3,8

¹Soil bulk density (g.cm⁻³), ² Percentage area of permanent grassland (TTP)/cropland (OP)

Je to dôsledok vyššieho zastúpenia zrnitostne ľahších piesočnatých až piesočnato-hlinitých pôdných druhov a zároveň pôdných typov málo náchylných na kompakciu v regióne Krompachy, pričom silno náchylné pôdy absentujú (Lhotský, 2000). Určitou kompenzáciou proti ich zhutňovaniu sa javí samotné využívanie pôdy prevažne ako trvalé trávne porasty (Kobza a kol., 2019). Mačina na povrchu pôdy svojím koreňovým systémom, prísunom organickej hmoty a podporou aktivity pôdneho edafónu napomáha vytvoreniu stabilnej pôdnej štruktúry a prevzdušneniu i hlbších vrstiev pôdy a zároveň tlmi prenos tlakov do hlbších častí

pôdneho profilu. Vyšší obsah drobného skeletu tiež bráni silnejšiemu uľahnutiu pôdy a zlepšuje drenážnu funkciu pôdy, čím sa znižuje riziko erózie pôdy, napriek značnej svahovitosti územia. Priaznivý fyzikálny stav umožňuje koreňom prenikať do väčších hĺbok. Na orných pôdach sa častým kyprením neraz do nezmenenej hĺbky a utláčaním prejazdmi ťažkých poľnohospodárskych mechanizmov (najmä pri vyššej vlhkosti pôdy) narúša stabilná pôdna štruktúra a pôdy sú zlievavé s vytvorenou podorničnou podlahou v hlbších vrstvách (Zrubec, 1998, Lhotský, 2000, Jones a kol., 2003, Fulajtár, 2006).

Tabuľka 4 Zastúpenie pôd podľa rizika zhutnenia (%) v hĺbke 10-20 cm a 30-40 cm v regiónoch Banská Bystrica a Krompachy

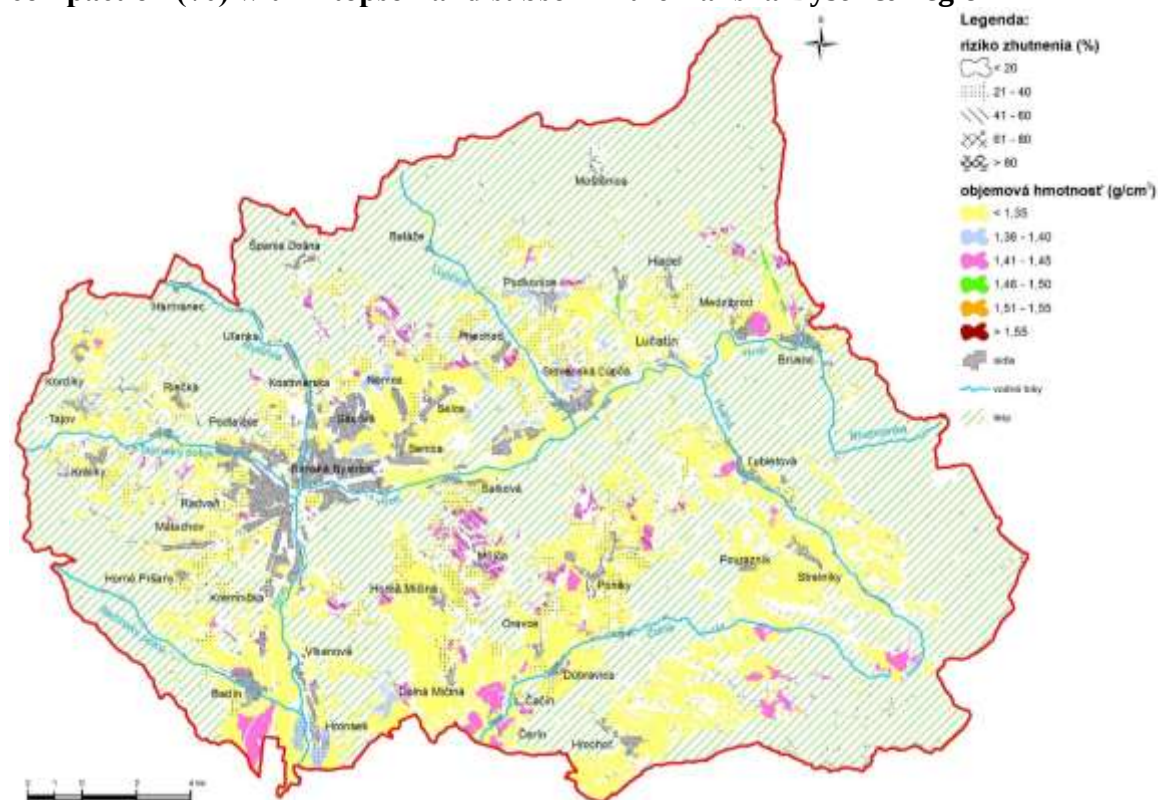
Table 4 Representation of soils according to the risk of compaction within topsoil and subsoil in the Banská Bystrica and Krompachy region

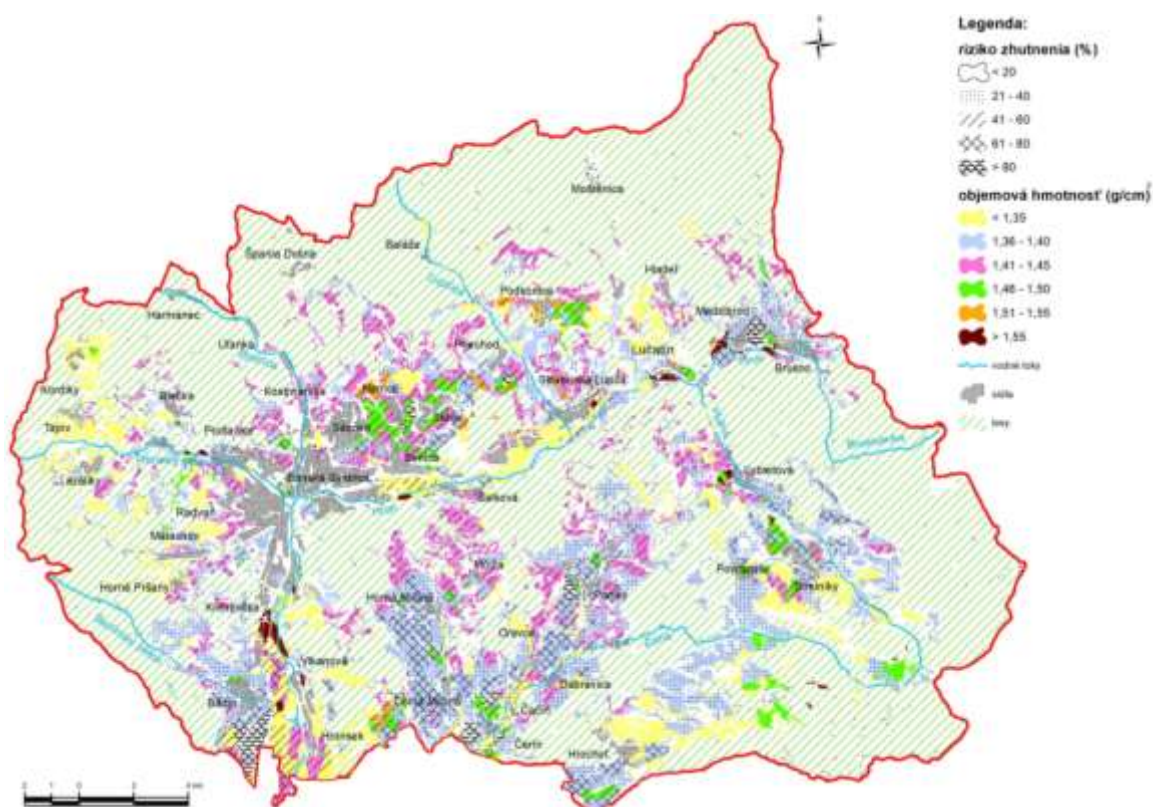
Riziko zhutnenia pôdy ¹ (%)	Percento plochy trvalých trávnych porastov/ornej pôdy ²					
	10-20 cm			30-40 cm		
	Banská Bystrica		Krompachy	Banská Bystrica		Krompachy
	TTP	OP	TTP	TTP	OP	TTP
< 20	98,5	85,5	97,5	24,1	16,5	53,7
21-40	1,5	13,8	2,5	45,0	-	43,8
41-60	-	0,7	-	30,6	29,5	1,3
61-80	-	-	-	0,3	49,4	1,2
> 80	-	-	-	-	4,6	-

¹Risk of soil compaction (%), ² Percentage area of permanent grassland (TTP)/cropland (OP)

Obrázok 1 Zastúpenie pôd podľa objemovej hmotnosti pôdy (g.cm⁻³) a rizika zhutnenia (%) v hĺbke 10-20 cm a 30-40 cm v regióne Banská Bystrica

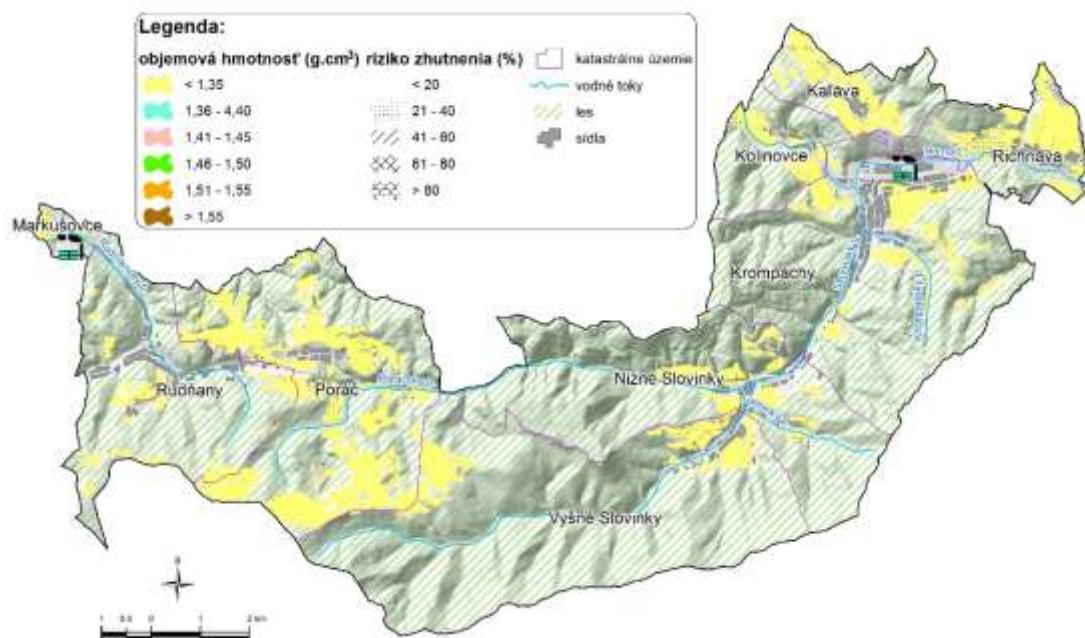
Figure 1 Representation of soils according to the soil bulk density (g.cm⁻³) and risk of compaction (%) within topsoil and subsoil in the Banská Bystrica region

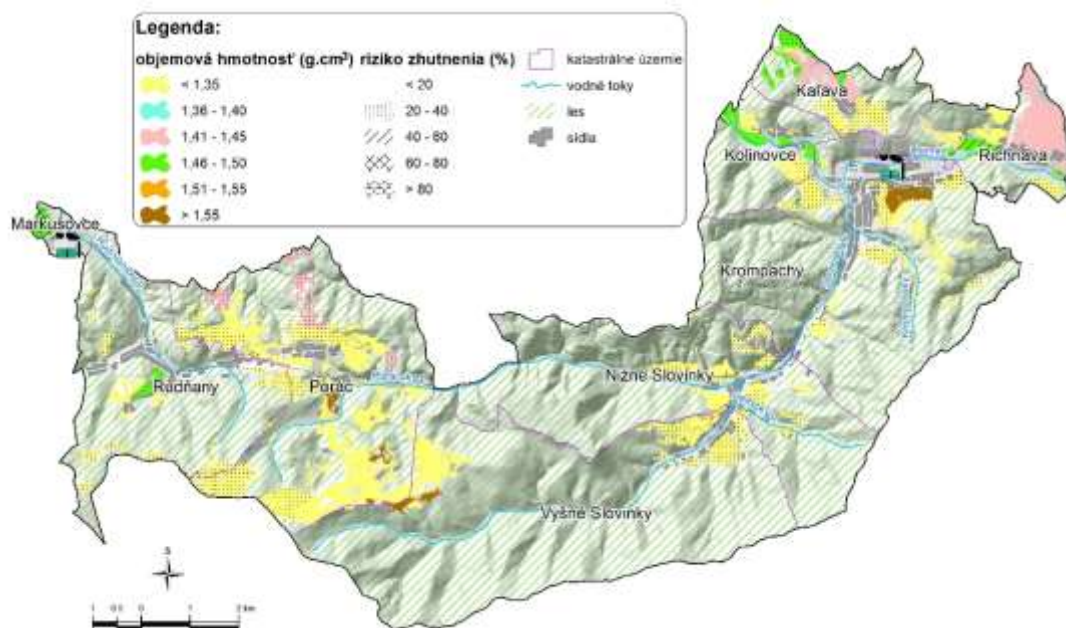




Obrázok 2 Zastúpenie pôd podľa objemovej hmotnosti pôdy ($\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$) a rizika zhutnenia (%) v hĺbke 10-20 cm a 30-40 cm v regióne Krompachy

Figure 2 Representation of soils according to the soil bulk density ($\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$) and risk of compaction (%) within topsoil and subsoil in the Krompachy region





ZÁVER

K hodnoteniu kompaktie pôd regiónov boli využité výsledky objemovej hmotnosti a rizika kompaktie pôdnych typov a druhov získané v rámci monitoringu pôd Slovenska a overené zahustením siete v daných regiónoch, ako aj mapové vrstvy zastúpenia jednotlivých pôdnych typov, druhov a využitia pôdy vybraných regiónov. Priaznivejší fyzikálny stav možno predpokladať v pôdach pod trvalými trávnyimi porastmi, v povrchových vrstvách pôdy (ornici), v zrnitostne ľahších pôdach a pôdnych vrstvách s vyšším obsahom humusu, príp. s výskytom drobného skeletu. Stav kompaktie pôd regiónov úzko súvisí s rizikovosťou zastúpených pôdnych typov a druhov ako aj spôsobom využitia pôdy.

POĎAKOVANIE

Táto publikácia vznikla vďaka podpore v rámci Operačného programu Integrovaná infraštruktúra pre projekt: „Údajová a vedomostná podpora pre systémy rozhodovania a strategického plánovania v oblasti adaptácie poľnohospodárskej krajiny na klimatické zmeny a minimalizáciu degradácie poľnohospodárskych pôd“ (kód ITMS2014+ 313011W580), spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

LITERATÚRA

- ECKELMANN, W., BARITZ, R., BIALOUSZ, S., BIELEK, P., CARRÉ, F., HOUŠKOVÁ, B., JONES, R.J.A., KIBBLEWHITE, M., KOZAK, J., LE BAS, C., TÓTH, G., TÓTH, T., VÁRALLYAY, G., HALLA, M., Y., ZUPAN, M. 2006. *Common Criteria for Risk Area Identification according to Soil Threats*. European Soil Bureau Research Report No.20, EUR 22185 EN, 94 s. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg
- FULAJTÁR, E. 2006. *Fyzikálne vlastnosti pôdy*. Bratislava: VUPOP, 142 s.
- HEUSCHER, A. S., BRANDT, C. C., JARDINE, M. P. 2005. Using Soil Physical and Chemical Properties to Estimate Bulk Density Data. *Soil Sci. Soc. of America Journal* 69, 51-56.
- JONES, R.J.A., SPOOR, G. AND THOMASSON, A.J. 2003. Vulnerability of subsoils in Europe to compaction: a preliminary analysis. *Soil & Tillage Research* (73), 131-143.
- KOBZA, J., BARANČIKOVÁ, G., MAKOVNÍKOVÁ, J., STYK, J., ŠIRÁŇ, M., VOJTÁŠ, J. 2005. *Návrh regulačných pôdoochranných opatrení z výsledkov Monitoringu pôd SR*. Bratislava: VUPOP, 24 s. ISBN 80-89128-21-1
- KOBZA, J., BARANČIKOVÁ, G., HRIVŇÁKOVÁ, K., MAKOVNÍKOVÁ, J., PÁLKA, B., STYK, J., ŠIRÁŇ, M. 2012. Komplexné zhodnotenie aktuálneho stavu senzitívneho územia Banská Bystrica

- a okolie s dopadom na riešenie pôdoochranných opatrení. Bratislava: VUPOP, 79 s. ISBN 978-80-89128-95-2
- KOBZA, J., BARANČÍKOVÁ, G., MAKOVNÍKOVÁ, J., PÁLKA, B., STYK, J., ŠIRÁŇ, M. 2019. Komplexné zhodnotenie aktuálneho stavu senzitivneho územia Krompachy – Rudňany a okolie s dopadom na riešenie pôdoochranných opatrení. Bratislava: NPPC – VÚPOP, 75 s. ISBN 978-80-8163-028-6
- KOBZA, J., BARANČÍKOVÁ, G., MAKOVNÍKOVÁ, J., DODOK, R., PÁLKA, B., STYK, J., ŠIRÁŇ, M. 2019. *Monitoring pôd SR. Aktuálny stav a vývoj monitorovaných pôd ako podklad k ich ochrane a ďalšiemu využívaniu*. Bratislava: NPPC-VÚPOP, 254 s., ISBN 978-80-8163-033-0
- LHOTSKÝ, J. 2000. Zhutňování půd a opatření proti němu. *Rostlinná výroba*, 7, ÚZPI Praha, 44 s.
- MAKOVNÍKOVÁ, J., PÁLKA, B., ŠIRÁŇ, M. 2005. Modelovanie objemovej hmotnosti s využitím údajov z databáz KPP a ČMS-P, potenciálne zhutnenie a acidifikácia v záujmovom území. In *Štvrté pôdoznalecké dni v SR: zborník referátov z vedeckej konferencie pôdoznalcov SR* [CD ROM]. Čingov: VÚPOP – SPS Bratislava, 220-225.
- MAKOVNÍKOVÁ, J., ŠIRÁŇ, M., PÁLKA, B. 2007. Statický model objemovej hmotnosti pôdy a jeho aplikácia v záujmovom území Banská Bystrica. *Agrochémia*, 47 (2), 18-21.
- MAKOVNÍKOVÁ, J., ŠIRÁŇ, M. 2011. Modelovanie rovnovážnej objemovej hmotnosti pôdy. Bratislava: VUPOP, 36 s. ISBN 978-80-89128-85-3
- MAKOVNÍKOVÁ J., ŠIRÁŇ M., HOUŠKOVÁ B., PÁLKA B., JONES A. 2017. Comparison of different models for predicting soil bulk density. Case study – Slovakian agricultural soils. *International Agrophysics*, 31, 491-498. DOI: <https://doi.org/10.1515/intag-2016-0079>
- ŠIRÁŇ, M. 2008. Zmeny objemovej hmotnosti pôdy na základe údajov monitoringu pôd SR. *Vedecké práce* 30, Bratislava: VÚPOP, 147-153. ISBN 978-80-89128-51-8
- ŠIRÁŇ, M., 2010: Aktuálny stav objemovej hmotnosti pôd na základe údajov monitoringu pôd SR. Vedecké práce č. 32, Bratislava: VUPOP, 84-87, ISBN 978-80-89128-59-4
- Vyhláška č. 59/2013 Vyhláška Ministerstva pôdohospodárstva a rozvoja vidieka Slovenskej republiky upravujúca Zákon č. 220/2004 Zb. o ochrane a využívaní poľnohospodárskej pôdy a o zmene a doplnení niektorých zákonov.

Optimalizácia kvality trávnych porastov

Optimization of grassland quality

Zuzana Dugátová¹, Mariana Jančová¹, Štefan Pollák¹, Miriam Kizeková¹

¹NPPC-Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva, Mládežnícka 36, 974 21 Banská Bystrica, Slovenská republika, E-mail: zuzana.dugatova@nppc.sk

ABSTRACT

Research and evaluation of the production capacity and quality of phytomass of multicomponent clover grasslands sown in grassland used in pasture dairy farming took place in the cadastre of Slovenská Ľupča, at an altitude of 378 m in moderately warm agro-climatic area. The pasture was divided into three equal experimental plots, with two variants seeded with clover grass and the third variant serving as a control. All variants varied all-day-old dairy cows of the Slovak spotted breed. The influence of the addition of both mixes to the original stand was positive, increased the share of forage valuable species, and thus the production of phytomass, quality and quality of grasslands. When comparing mixers, the clover grass mix with intergeneric hybrids of grasses was presented with better values.

KEYWORDS: botanical composition, feed value, grasslands, indicators of quality and nutritional value of phytomass

ÚVOD

Kvalita pasienkového krmu je jedným z rozhodujúcich činiteľov v pasienkovom odchove zvierat. Rastliny zastúpené v trávnom poraste by mali pasúcim sa zvieratám zaistiť živiny pre zachovanie a reprodukciu organizmu a ich produkciu.

V pokusoch Turisovej et al., (2007) sa floristickým výskumom potvrdilo, že pasenie vo veľkej miere vplýva na zloženie využívaných plôch. Pri intenzívnom využívaní dochádza k výrazným zmenám vo floristickom zložení pôvodných lúčnych a pasienkových spoločenstiev. Vplyvom nedostatočného prísunu živín dochádza k výraznej redukcii druhov v porastoch. Z porastov ustupujú produkčne i nutrične kvalitné druhy. Príčiny takého stavu treba hľadať v nízkej starostlivosti o trvalé trávne porasty (TTP) a aj o krmoviny na ornej pôde. Nedostatočný prísun živín do pôdy spôsobuje aj ich nízku koncentráciu v nadzemnej fytomase, čo následne negatívne ovplyvňuje výživnú a nutričnú hodnotu krmovín. Pre zlepšenie produkčného potenciálu, kvality krmu a botanického zloženia trvalých trávnych porastov je potrebná obnova trávneho porastu. Prísevom je možné doplnenie nových produkčnejších a kvalitnejších druhov do pôvodného trávneho porastu. Najväčší význam sa v súčasnej dobe prisudzuje prísevom d'atelinotravných miešaniek, vďaka ich vysokej produkcii, vysokej kvalite krmu, rovnomernému rozloženiu produkcie v priebehu roka a schopnosti symbiotickej fixácie dusíka. Problematikou prísevu do trávnych porastov sa zaoberali Kohoutek et al., (2004,2006), Boberfeld a Hrabě (2006), Müller et al., (2008). Zmyslom bezorebného prísevu, ako ekologicky šetrnej technológie, je okrem skvalitnenia druhového zloženia aj vytvorenie podmienok na zahusťovanie mačiny a zamedzenie zaburinenosti (Novák, Kubinec, 2002). Ďalším efektom je, že zvieratá pasúce sa na prisiatych porastoch vykazujú vyššie prírastky a vyššiu produkciu z jednotky plochy než pri pastve na neprisiatych pôvodných trávnych porastoch.

MATERIÁL A METÓDY

Hodnotenie vybraných parametrov prebiehalo na trvalých trávnych porastoch v katastri obce Slovenská Ľupča, ležiacej v severovýchodnej časti Zvolenskej kotliny, v nadmorskej výške 378 m. Pokusné porasty sa nachádzali na plochách pasienkového areálu pre dojnice v mierne teplej

agroklimatickej oblasti, s vlhkou miernou zimou, na stredne ťažkej pôde s pôdnym typom fluvizem, kambizem. Pokus bol založený v 3 variantoch. Prísev miešaniek s výsevom 40 kg ha⁻¹ do pôvodného pasienkového porastu sa vykonal v jarom termíne bezorebnou sejačkou. Plocha každého variantu bola cca 1 ha. 1. variant - ďatelinotrávna miešanka 1 so zložením (20 % *Trifolium pratense* 4n, 5 % *Trifolium repens*, 10 % MRH cv. Fojtan, 10 % MRH cv. Bečva, 15 % *Lolium perenne* 2n, 15 % *Lolium perenne* 4n, 10 % *Festuca pratensis*, 5 % *Festuca rubra*, 10 % *Poa pratensis*), 2. variant - ďatelinotrávna miešanka 2 v zložení (20 % *Trifolium pratense* 4n, 5 % *Trifolium repens*, 25 % *Lolium perenne* 2n, 25 % *Lolium perenne* 4n, 10 % *Festuca pratensis*, 5 % *Festuca rubra*, 10 % *Poa pratensis*), 3. variant – kontrola – trávny porast bez prísevu.

Na plochách všetkých variantov prebiehalo celodenné pasenie dojníc slovenského strakatého plemena. Na základe fytocenologickej analýzy rastlinné spoločenstvo pôvodného trávneho porastu, patrilo svojím zložením do spoločenstva poloextenzívnych spásaných pasienkov (Mezofilné pasienky a spásané lúky), podzväz *Lolio-Cynosurenion*. Analýza botanického zloženia sa vykonala metódou projektívnej dominancie (%) podľa Klappa (1965) pred každým využitím (cyklom). Zo zastúpenia rastlinných druhov a ich kŕmnych hodnôt sa vypočítala bonitácia trávneho porastu podľa Nováka (2004). V termíne jednotlivých cyklov pasenia (6 x ročne), sa zisťovala úroda vykosením nadzemnej fytomasy z m² prepočtom na t.ha⁻¹ sušiny (z každého variantu a opakovania). Obsah živín v nadzemnej fytomase sa stanovil laboratórnymi analýzami vzoriek, odobratými z trávneho porastu z každého variantu 6 x ročne. Pri laboratórnej analýze fytomasy sa stanovil obsah: sušiny (gravimetricky), NL (Kjeldalovou metódou N x 6,25), tuku (podľa Soxlet-Henkela), popola (gravimetricky), vlákny (podľa Hanneberg-Stolmanna) a minerálnych látok (P, K, Na, Ca, Mg). Laboratórne analýzy sa vykonali podľa pokynov uvedených vo Výnose Ministerstva pôdohospodárstva Slovenskej republiky (MP SR) č. 2145/2004-100 a výnosu č. 1497/1/1997-100 o úradnom odbere vzoriek a o laboratórnom skúšaní a hodnotení krmív v znení výnosu MPSR. Na základe laboratórne stanoveného obsahu živín sa podľa rovníc uvedených v prílohe č. 8 Výnosu MP SR č. 39/1/2002-100 vypočítala výživná hodnota fytomasy vyjadrená ukazovateľmi PDIN, PDIE, NEL, NEV a ME. Zistené výsledky boli spracované výpočtami aritmetických priemerov a štatisticky vyhodnotené metódou viacfaktorovej analýzy rozptylu ANOVA a *Tukeyovým* testom kontrastov pri hladine preukaznosti rozdielov $P < 0,05$ a $P < 0,01$.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Z celkového štatistického hodnotenia za sledované obdobie vyplývajú rozdiely v druhovom zložení pasienkového porastu (tabuľka 1). Preukazné rozdiely oproti kontrole sa prejavili vo zvýšenom podiele tráv na prisievaných variantoch. Preukazne najvyššia pokryvnosť tráv bola na variante 1 (44,5 %), oproti variantu 3 (36,16 %). Rovnako pokryvnosť ďatelinovín bola preukazne vyššia na prisievaných variantoch. Najnižšia pokryvnosť bola na kontrolnom variante 3 (17 %). Podiel pasienkových bylín bol najvyšší v poslednom sledovanom roku (34 %), pri porovnaní variantov, bol vyšší na kontrolnom variante (39 %) oproti variantom s prísevom (23 - 33 %). Výskyt prázdnych miest bol najvyšší na variante 3 (7 %). Preukazne vyššie zastúpenie tráv sa zistilo na začiatku pasienkovej sezóny, v posledných pasienkových cykloch prevládali byliny. Na pasienkoch sa nachádzajú druhy rastlín s rôznou kŕmnou hodnotou. Mnohé pasienkové byliny sú liečivými rastlinami (Kováč, Kováčová 2001, Pahlow 2001). Účinné liečivé látky nachádzajúce sa v rôznych nadzemných častiach rastlín pri príjme zvieratami v malých množstvách vykazujú priaznivé dietetické účinky na trávenie, metabolizmus a ich zdravotný stav. Odhadovou metódou na základe botanického zloženia, je možné stanoviť kvalitu krmu (Novák, 2000). Hodnotenie kvality trávneho porastu je v súčasnosti veľmi aktuálne, pretože pomerne vysoký podiel burinových druhov a prázdnych miest radikálne znižujú kvalitu porastu. Bez analýz druhového zloženia nemožno objektívne

zistiť ováť priaznivé alebo nepriaznivé tendencie porastov (Novák ,2004). Bonitácia pasienkového porastu dosahovala v prvom pokusnom roku hodnoty od 64,00 - 86,90 (tabuľka 1). Na základe bodového hodnotenia boli porasty zatriedené do kategórie hodnotné až veľmi hodnotné porasty s vyššími hodnotami E_{GQ} na prisievaných variantoch (E_{GQ} : 74,80 -86,90) oproti kontrolnému variantu (E_{GQ} : 64,00 - 78,90). V druhom roku sa bonitácia pasienkového porastu nachádzala v rozpätí hodnôt od 57,1 - 81,77. V poslednom treťom roku sa hodnoty E_{GQ} pohybovali v rozpätí od 52,00 - 85,69. Vyššie hodnoty E_{GQ} boli zaznamenané v prvých troch pasienkových cykloch, s najvyššími hodnotami v prvom pasienkovom cykle, s postupným poklesom ku koncu pasienkového obdobia (6. pasienkový cyklus). Medzi variantmi boli preukazné rozdiely s najvyššou hodnotou na variante 1 (E_{GQ} 78,32) a najnižšou na variante 3 (E_{GQ} 66,47). Vyššie hodnoty počas celého sledovaného obdobia boli na prisievaných variantoch (1 - 2) oproti kontrole (variant 3). Z dosiahnutých výsledkov vyplýva, že vyššie hodnoty E_{GQ} boli ovplyvnené najmä prísedom krmovínarsky hodnotných tráv a d'atelinovín.

Tabuľka 1 Zloženie trávneho porastu a jeho bonitácia

Table 1 Composition of grassland and evaluation of grassland

Faktor ⁹		Trávy ⁴	Ďatelinoviny ⁵	Byliny ⁶	Prázdné miesta ⁷	Bonitácia (E_{GQ}) ⁸
Rok ¹	1	40,00 a	30,16 b	27,72 a	2,33 a	78,26 b
	2	37,16 a	23,94 ab	31,94 ab	6,94 b	71,25 a
	3	42,61 a	16,77 a	34,72 b	5,89 b	68,62 a
Cyklus ²	1	50,88 b	20,0 a	25,11 a	4,00 a	78,48 b
	2	44,11 ab	24,66 a	27,33 ab	3,89 a	75,40 ab
	3	36,77 ab	26,44 a	32,44 ab	4,33 a	75,45 ab
	4	38,33 ab	21,66 a	34,00 ab	6,33 a	69,28 a
	5	31,55 a	26,66a	36,66 b	5,11 a	69,26 a
	6	37,88 ab	22,22 a	33,22 ab	6,66 a	68,40 a
Variant ³	1	44,50 b	30,05 b	22,89 a	2,55 a	78,32 c
	2	39,11 ab	23,78 ab	31,94 b	5,16 ab	73,34 b
	3	36,16 a	17,00 a	39,55 c	7,44 b	66,47 a

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

Different letters in superscript mean there are significances among factors

¹ Year, ² Cycle pasture, ³ Treatment, ⁴ Grass, ⁵ Clover crops, ⁶ Herbs, ⁷ Empty spaces, ⁸ Evaluation, ⁹ Factor

Úrody fytohmasy za vegetačné obdobie boli rozdelené do 6 cyklov pasenia v každom sledovanom pokusnom roku (tabuľka 2). Preukazne najvyššie úrody sušiny dosiahli 1varianty s prísedom d'atelinotrávnej miešanky so zastúpením medzirodových hybridov vo všetkých pokusných rokoch. Medzirodové hybridy tráv (MRH) lolioidného typu sa v porastoch uplatnia a zabezpečujú produkciu v prvých rokoch, v ďalších rokoch v súčinnosti s podmienkami stanovišťa i počas zabezpečia zapojenosť, vytrvalosť aj produkčnú schopnosť porastu MRH festukoidného typu (Ilavská, et al., 2016).

Objemové krmivá sú všeobecne krmivá charakteristické priemernou výživnou hodnotou a stráviteľnosťou (Bíro et al., 2009). Pasienkové porasty predstavujú zmes d'atelinovín, tráv a bylín, s rozdielnou výživnou hodnotou. Ich botanické zloženie ovplyvňuje koncentráciu vlákniny, energie a ich stráviteľnosť. Pri d'atelinotravných miešankách je d'atelina lúčna v trávnom poraste zdrojom dusíkatých látok (NL). Trávy majú v porovnaní s d'atelinovinami nižší obsah NL, ale vyšší obsah tuku, BNLV a tým aj vyššiu energetickú hodnotu. Starnutím porastu sa zvyšuje podiel stebiel k listom, čím sa celkovo zvyšuje aj obsah vlákniny v celej

rastline a klesá obsah NL. (Gregorová et al., 1998). Najnižší obsah hrubej vlákniny (VL) mali 1. a 6. cyklus pasenia a oba varianty s prísевom vo všetkých sledovaných rokoch (tabuľka 3).

Tabuľka 2 Celková úroda fytomasy jednotlivých variantov za vegetačné obdobie
Table 2 Total phytomass yield of individual variants over growing season

Table 2 Total phytomass yield of individual variants over growing season				
Rok ¹	Cyklus ²	Variant ³	Úroda zelenej fytomasy ⁴	Úroda sušiny ⁵
			(t.ha ⁻¹)	
1	I.-VI.	1	51,78	11,32
		2	46,91	10,00
		3	37,99	8,26
2	I.-VI.	1	50,00	10,88
		2	39,60	8,76
		3	29,10	7,16
3	I.-VI.	1	43,23	10,37
		2	34,37	9,05
		3	30,21	8,03
rok			-	-
cyklus			++	++
variant			++	+

¹ Year, ² Cycle pasture, ³ Treatment, ⁴ Harvest of green phytomass, ⁵ Dry crop

Tabuľka 3 Obsah živín a výživná hodnota fytomasy trávnych porastov
Table 3 Nutrient content and nutritional value of phytomass grasslands

Faktor ⁴		Produkcia sušiny ⁵	NL ⁶	VL ⁷	NEL	NEV	PDIE	PDIN
		g.kg ⁻¹	g.kg ⁻¹ sušiny		MJ. kg ⁻¹ sušiny		g.kg ⁻¹ sušiny	
Rok ¹	1	214,390	165,102	214,287	5,026	4,721	88,426	105,013
	2	235,340	185,677	216,210	5,007	4,683	92,936	118,102
	3	257,090	171,872	228,843	5,005	4,693	89,873	109,322
Cyklus ²	1	190,220	186,360	209,238	4,981	4,661	92,968	118,537
	2	221,500	166,714	220,238	5,028	4,713	88,550	106,042
	3	237,570	142,511	248,134	5,086	4,790	83,833	90,645
	4	249,820	165,889	228,080	5,053	4,742	88,798	105,513
	5	258,990	182,907	211,009	5,025	4,706	92,560	116,339
	6	255,540	200,920	201,720	4,901	4,578	95,762	127,798
Variant ³	1	226,130	182,330	219,672	5,007	4,683	92,134	115,974
	2	235,360	173,327	217,663	5,015	4,705	90,361	110,245
	3	245,320	166,994	222,004	5,015	4,707	88,742	106,218
Hd (rok) 0,05		20,163	11,354	12,705	0,042	0,043	2,593	7,221
Hd (rok) 0,01		25,558	14,392	16,104	0,054	0,055	3,287	9,153
Hd (cyklus) 0,05		35,018	19,719	22,065	0,073	0,075	4,504	12,542
Hd (cyklus) 0,01		42,164	23,743	26,568	0,088	0,090	5,423	15,101
Hd (variant) 0,05		20,163	11,354	12,705	0,042	0,043	2,593	7,221
Hd (variant) 0,01		25,558	14,392	16,104	0,054	0,054	3,287	9,153

¹Year, ² Cycle pasture, ³ Treatment, ⁴ Grasaverage value, ⁵ Dry matter yields, ⁶Crude fibre, ⁷Crude protein,

Množstvo prijateľnej vlákničky závisí od metabolickej veľkosti dojnice a výšky produkcie mlieka. Šimko et al. (2017), uvádzajú v kŕmnej dávke pre dojnice obsah vlákničky 18 – 22 %. Nami zistené hodnoty koncentrácie vlákničky na všetkých variantoch a vo všetkých sledovaných rokoch vyhovujú týmto požiadavkám. Preukazuje najvyšším obsahom N-látok sa charakterizoval porast prvého variantu a najnižší obsah N-látok mal porast tretieho kontrolného variantu vo všetkých troch sledovaných pokusných rokoch. Nami zistené hodnoty netto energie laktácie (NEL) postačujú potrebám dojnice na záchov a produkciu mlieka, podľa potrieb živín pre dojnicu o živej hmotnosti 600 kg s nižšou úžitkovosťou. (Sommer et al., 1994).

ZÁVER

Na prísatiých variantoch došlo oproti pôvodnému porastu k zvýšeniu podielu krmovínarsky hodnotných tráv a ďatelinovín, najmä *Lolium perenne* a *Trifolium pratense* a *Trifolium repens*. Preukazuje najvyššiu produkciu fytomasy, bonitáciu porastu vyjadrenú hodnotou EGQ, a tiež vyššiu výživnú hodnotu fytomasy trávneho porastu sme zaznamenali na variante 1 s prísedom ďatelinotrávnej miešanky so zastúpením medziodových hybridov tráv (MRH) vo všetkých sledovaných pokusných rokoch. Výsledky výskumu potvrdili pozitívny vplyv prísedu ďatelinotravných miešaniek do pôvodného porastu, ktorý zvýšil podiel krmovínarsky hodnotných druhov, a tým produkciu fytomasy a optimalizoval kvalitu porastov.

LITERATÚRA

- BÍRO, D. et al. 2009. Výživa zvierat. 2. Prepracované Vydanie, Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2009, 173 s. ISBN 978-80-552 - 0321-8.
- BOBERFELD, O., HRABĚ, F. 2006. Regenerace pastevního porostu bezorebným prísedom. In Sborník z mezinárodního semináře „Ekologické aspekty pastvy v českých a rakouských vyšších výrobních oblastech“, MZLU v Brně, 17-20.
- GREGOROVÁ, H., HOLÚBEK, R., JANČOVIČ, J., MALÝ, O., NOVÁK, J., SLAMKA, P., ŠIMKO, M. 1998. Krmovínarstvo. 2. vyd. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita, 251 pp.
- ILAVSKÁ, I., JANČOVÁ, M., BRITAŇÁK, N., HANZES, E., POLLÁK, Š. 2016. Možnosti pestovania medziodových hybridov tráv v horskej oblasti. In *Lúkarstvo a pasienkarstvo na Slovensku*, roč. 10, č. 2, s. 52-56. ISSN 1337-589X.
- KOHOUTEK, A., KOMÁREK, P., FAJMON, T., POZDÍŠEK, J. 2006. Využití prísedu do travních porostu pastvou skotu. s.31-34. In: Hrabě, F. et al. (eds) *Vše pro trávy a jetelovino trávy*. Vydavatelství Ing. Petr Baštan, Olomouc, 128 s.
- KOVÁČ, P. - KOVÁČOVÁ, M. 2001. Receptár liečivých rastlín v zverolekárstve. Vydavateľstvo VA PRINT, Nitra
- KLAPP, E. 1965. Grünlandvegetation und Standort. Verlag Paul Parey - Berlin und Hamburg, 1965, 620 s.
- MÜLLER, M., HRABĚ, F. 2008. Vplyv bezorebného prísedu na výnosy a botanické složení pastevního porostu (Effect of oversowing on yields and botanical composition of pasture sward). Acta univ. agric. et silvic. Mendel. Brun : sborník Mendelovy zemědělské a lesnické univerzity v Brně 2008, LVI, No. 4, pp. 127–134.
- NOVÁK, J. 2000. Ekosystémy krmovín. Ochrana biodiverzity. SPU, Nitra, ISBN 80-7137-734-1
- NOVÁK, J., KUBINEC, J. 2002. Ekologicky celoročný chov dobytky bez ustajnenia na horských pasienkoch. In *Slovenský chov*, 11, 26-28.
- NOVÁK, J. 2004. Evaluation of grassland quality. In *Ekológia*, vo.23, 2004, no.2, pp.127-143. ISSN 1335-342X.
- MP SR 1997. Výnos č. 1497/1/1997-100 o úradnom odbere vzoriek a o laboratórnom skúšaní a hodnotení krmív. In *Vestník Ministerstva pôdohospodárstva SR*, roč. 30, 1997, čiastka 11, s. 586.
- MP SR 2004. Výnos Ministerstva pôdohospodárstva Slovenskej republiky z 23. augusta 2004 č. 2145/2004-100, ktorým sa mení a dopĺňa výnos Ministerstva pôdohospodárstva Slovenskej republiky zo 7. októbra 1997 č. 1497/4/1997-100 o úradnom odbere vzoriek a o laboratórnom skúšaní a hodnotení krmív v znení výnosu Ministerstva pôdohospodárstva Slovenskej republiky z 12. februára 2003 č. 149/2/2003-100

- PAHLOW, M. 2001. Das grosse Buch der Heilpflanzen. Verlagsgruppe Weltbild GmbH Augsburg,
- SOMMER, A. et al. 1994. Potreba živín a výživná hodnota krmív pre hovädzi dobytok, ovce a kozy. Nitra: VÚŽV, 1994, 113 s. ISBN 80-967057-1-7.
- ŠIMKO, M., BÍRO, D., JURÁČEK, M. 2017. Kŕmenie prežúvavcov. Vyd. Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre. 145 s.
- TURISOVÁ, I., PISÁROVÁ, K., TOMAŠKIN, J. 2007. Manažment trávno-bylinných ekosystémov a jeho dopad na biodiverzitu cievnatých rastlín. In *Zborník: „Súčasnosc' a perspektívy krmovinárskeho výskumu a vzdelávania v multifunkčnom využívaní krajín“*. Nitra : SPU, 2007. s. 50-54. ISBN 978-80-8069-929-1.

Monitoring a ekologická obnova horských lúk

Monitoring and ecological restoration of mountain meadows

Janka Martincová¹, Vladimíra Vargová¹, Jozef Čunderlík¹, Zuzana Kováčiková¹, Štefan Pollák¹, Ľubomír Hanzes², Norbert Britaňák², Ľubica Jančová¹

¹NPPC-Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva, Mládežnícka 36, 974 21 Banská Bystrica, Slovenská republika, E-mail: janka.martincova@nppc.sk

²NPPC-Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva, Regionálne výskumné pracovisko Liptovský Hrádok, Slovenská republika

ABSTRACT

In the of the project „Together for the Conservation and Restoration of Biodiversity of Carpathian Mountain Ecosystems”, was performed the monitoring of mountain ecosystems during the vegetation period years 2019 and 2021. The paper presents results of mapping survey mountains meadows, pedological research in the area of central and northern Slovakia of the mountains Nízke Tatry, Veľká Fatra, Slovenský raj, Slanské vrchy, Čergov. Totally the 5 biotopes were determined (Lk1, Lk2, Lk6, Tr8, X3). Meadows of the studied territory belong to following alliance: Arrhenatherion elatioris, Polygono- Trisetion, Nardo - Agrostion tenuis and Violion caninae. According to monitoring, most of the stands were used by mulching. The biodiversity of grasslands is negatively affected mainly by insufficient use of mountain meadows. Insufficient use leads to a reduction in the forage quality of stands.

KEYWORDS: monitoring, biodiversity, management measures

ÚVOD

V súčasnej dobe je veľkým problémom opúšťanie od tradičného spôsobu využívania trvalých trávnych porastov. Tento nepriaznivý jav smeruje k tomu, že dochádza k postupnému zarastaniu významných biotopov, ktoré však ešte pred niekoľkými desaťročiami predstavovali rozsiahlu súčasť našej krajiny. Hlavnou príčinou zarastania lúk je ich nedostatočné využívanie, prípadne nevyužívanie. Zarastaním takýchto plôch dochádza k výraznému úbytku biodiverzity rastlinných a živočíšnych druhov. Súvisí to s nízkym stavom hospodárskych zvierat. Extenzívne obhospodarované trávne porasty postupne strácajú hospodársky význam a zarastajú náletovými drevinami a expanzívnymi druhmi tráv (Sláviková, Krajčovič.1996). S tým súvisí aj skutočnosť, že sa na mnohých miestach uprednostňuje mulčovanie trávnych porastov, čo v konečnom dôsledku urýchľuje návrat lesa. Upadá záujem predovšetkým o kosenie nedostupných, odľahlých a strmých lúk. V dôsledku nevhodného obhospodarovania a opúšťania plôch strácajú územia svoju vysokú prírodnú hodnotu, narúša sa funkčnosť ekosystémov a nastáva úbytok biologickej rozmanitosti.

MATERIÁL A METÓDY

Pre získanie podkladov potrebných pre vypracovanie manažmentových opatrení bol vykonaný monitoring trávnych porastov, ktorý zahŕňal terénny botanický (2019–2021), pedologický (2019). Monitoring bol uskutočnený na ploche 130 ha (celkovo 110 lokalít), na ktorých boli následne realizované manažmentové opatrenia (2019–2021). Botanický prieskum, zahŕňajúci mapovanie trávnych porastov a fytoocenologický prieskum na vybraných plochách, bol uskutočnený pred realizáciou manažmentových opatrení za účelom posúdenia aktuálneho (východiskového) stavu trávnych porastov a následne po vykonaní obnovných manažmentových opatrení. Mapovanie biotopov sa robilo metódou podľa Stanovej a Valachoviča (2002), pri ktorej bola použitá trojstupňová Tansleyho škála pokryvnosti (1: do

1 %, 2: 1–50 %, 3: nad 50 %). Fytocenologické zápisy boli robené na vybraných plochách 4 × 4 m, pričom pokryvnosť druhov bola stanovovaná v % za použitia projektívnej dominancie podľa Klappa (1965). Získané výsledky boli využité pri zaradovaní jednotlivých plôch do biotopov.

Súčasne boli na všetkých sledovaných plochách odobrané pôdne a rastlinné vzorky. Pôdne vzorky na stanovenie základných agrochemických vlastností pôdy (pH/KCl, C_{ox}, N, P, K a Mg) boli odobraté z hĺbky 0–100 mm na jar v roku 2019. Pôdne vzorky sa odoberali systémom priemernej vzorky v jarnom termíne v roku 2019 (15-16.5.2019) z vrstvy 0-100 mm- obsah Cox (Tjuriin), Nt (Kjeldahl), P, K, Ca, Mg (Mehlich III) a pH (n KCl) v pôdnych vzorkách vysušených pri laboratórnej teplote.

Úroda trávneho porastu saurčila vykosením reprezentatívnej plochy 1 m² (pomocou ručnej kosačky), veľkosť úrody sa vyjadřila v hospodárskej úrode v t.ha⁻¹. Rastlinné vzorky boli odobraté pred kosbou (31.5., 17.6., 11.7., 16.7.2019, 2.6., 15.6., 25.6.2020, 26.7.2021) a použité na stanovenie úrod a kvalitatívnych parametrov trávnej hmoty (N-látky, vlákna, popol, P, K, Na, Ca, Mg).

V priemernej rastlinnej vzorke vysušenej pri teplote 65 °C sa urobil chemický rozbor so stanovením N Kjeldahlovou metódou, P kolorimetricky, vlákna metódou podľa Henneberg – Stohmanna, popoloviny gravimetrickou metódou po spálení, K, Na, Ca plameňovou fotometriou, Mg atómovou absorbnou spektrofotometriou. Informáciu o pôdnych typoch a geológii lokalít záujmového územia poskytol NPPC-VÚPOP.

Prírodné pomery študovaného územia OZ Liptovský Hrádok

Záujmové územie OZ Liptovský Hrádok sa nachádza na severe Slovenska, v regióne Horný Liptov, v katastrálnom území obcí Ľubochňa, Malužiná, Nižná Boca, Východná a Liptovská Teplička. Nadmorská výška lokalít sa pohybuje od 507 do 1459 m. Z geomorfologického členenia patrí skúmané územie do troch celkov: Nízke Tatry, Veľká Fatra a Kozie chrbty. Sledované územie má rôznorodú geologickú štruktúru zahŕňajúcu kryštallické (najmä granity, migmatity, granodiority, bazalty, andezity) a karbonátové (ílovité a slienité vápence, pieskovce) podložia a v menšej miere fluvialne nívne hliny na náplavových kuželoch a sedimentoch. Z hľadiska hydrologických pomerov celé sledované územie patrí do povodia rieky Váh a do čiastkového povodia Čierneho a Bieleho Váhu.

Klimaticky vyššie položené časti sledovaného územia patria do chladnej klimatickej oblasti (priemerná januárová teplota -5 °až -6 °C, priemerná júlová teplota 8 až 12 °C, ročný úhrn zrážok 900–1 000 mm) a nižšie položené časti územia do mierne teplej oblasti (priemerná júlová teplota nad 12 až 16 °C, ročný úhrn zrážok 700–800 mm). Z pôdnych typov sú najbežnejšie kambizeme modálne, kyslé, situované na kryštaliniku, rendziny na karbonatických horninách (vápencoch, dolomitoch) a fluvizeme a glejové pôdy. Vo vyšších polohách nad 900–1 000 m dominujú podzoly. Pôdy sú prevažne kyslé, zrnitostne stredne ťažké, často skeletnaté, stredne hlboké (Atlas krajiny SR 2002).

Prírodné pomery študovaného územia OZ Prešov

Záujmové územie OZ Prešov sa nachádza v severozápadnej a v severnej časti východného Slovenska, v regióne Spiš a Horný Šariš v katastrálnom území 16 obcí: Hrabušice, Smižany, Solivar, Kokošovce, Podhradík, Lesíček, Zlatá Baňa, Červenica, Pavlovce, Petrovce, Hermanovce nad Topľou, Livovská Huta, Livov, Križe, Hertník, Lukov. Severná hranica územia sa nachádza v blízkosti štátnych hraníc s Poľskom, Malopoľským vojvodstvom. Nadmorská výška lokalít sa pohybuje od 420 do 1015 m. Orograficky patria do štyroch celkov: Čergov, Slanské vrchy, Spišsko-gemerský kras s podcelkom Slovenský raj a Hornádska kotlina. Geologický podklad Čergova tvoria flyšové pieskovce magurského typu (Sofron 1976, Palášthy et al. 1987). Slanské vrchy sú budované vulkanitmi-prevažne andezitmi, ryolitmi a ich

pyroklastikami. Územie Slovenského raja a Hornádskej kotliny budujú druhohorné vápence a dolomity, ktoré ležia na slienitých vápencoch a bridliciach.

Hydrologicky územie patrí do hlavného povodia rieky Hornád. Hodnotené územie sa vyznačuje prevažne horskou klímou, nižšie položené oblasti patria do mierne teplej klimatickej oblasti (s priemernou teplotou v januári - 3 ° až - 4 °C a v júli nad 16 °C, ročný úhrn zrážok je 600–700 mm). Horské oblasti patria do chladnej klimatickej oblasti (ročný úhrn zrážok 800–900 mm, teplota v januári - 5° až - 6 °C a v júli 12 až 14 °C). Najviac zastúpenými pôdami sú kambizeme, fluvizeme, rendziny, v menšej miere pseudogleje, podzoly a regozeme (Atlas krajiny SR 2002).

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Zaznamenané rastlinné spoločenstvá

Na základe terénneho botanického monitoringu boli zaznamenané viaceré typy biotopov. Porasty, ktoré nespĺňali podmienky pre zaradenie do niektorého z typov biotopov uvádzame ako nezaradené (NEZ).

Lk1 – Nížinné a podhorské kosné lúky;

Lk2 – Horské kosné lúky;

Tr8 – Kvetnaté vysokohorské a horské psicové porasty na silikátovom substrate;

Lk6 – Podmáčané lúky horských a podhorských oblastí;

X3 – Nitrofilná ruderalná vegetácia mimo sídiel;

NEZ – Do biotopov nezaradené trávne porasty po prísevoch a obnove.

Ovsíkové mezofilné lúky zv. *Arrhenatherion elatioris* (**Lk1**) predstavujú najviac zastúpený typ poloprírodných lúk v záujmovom území. Vyskytovali sa v nižších a stredných polohách záujmového územia Nízkyh Tatier, Veľkej Fatry, Slovenského raja a Slanských vrchov. V nadmorskej výške od 440 do 956 m. Na hodnotenom území bolo zaradených do tohto spoločenstva 39 lokalít. V porastoch prevládali produkčné vysokosteblové, krmovinársky kvalitné druhy tráv (*Arrhenatherum elatius*, *Alopecurus pratensis*, *Trisetum flavescens*, *Festuca pratensis*, *Festuca rubra*) a dvojkličnolistových bylín (*Campanula patula*, *Centaurea phrygia*, *Knautia arvensis*, *Leontodon hispidus*, *Leucanthemum vulgare*). Na chudobnejších pôdach vo vyšších nadmorských výškach prevažovali porasty s *Agrostis capillaris* a *Festuca rubra* as. *Anthoxantho-Agrostietum*. V minulosti boli lúky zväzu *Arrhenatherion* obhospodarované 1-2 x ročne a následne spásané dobytkom, v súčasnosti sú v prevažnej miere kosené, miestami mulčované. V rámci biotopu sa vyskytujú zachovalé, produkčné, druhovo bohaté porasty, aj výrazne pozmenené a chudobnejšie porasty s prevládajúcou *Centaurea phrygia*. Z dôvodu prebiehajúcej sekundárnej sukcesie a nedostatočného využívania porastov do niektorých podhorských lúk prenikajú medzi lúčne druhy expanzívne trávy *Calamagrostis epigejos* a iné.

Horské kosné lúky (**Lk2**) sú zväčša tvorené porastami zv. *Polygono-Trisetion*. Ide o horské trojštetové lúky s prechodom do mezofilnejších spoločenstiev podhorských kosných lúk zv. *Arrhenatherion*. Jedná sa o horské spoločenstvá s prevahou stredne vysokých tráv a širokolistových bylín na minerálne chudobných horninách, vyskytujúce sa vo vyšších polohách od 725 do 1275 m n. m. V druhovej skladbe porastu dominujú nízke trávy a širokolisté byliny, najmä *Alchemilla* sp., *Primula elatior*, *Crepis mollis*, *Geranium sylvaticum*. Typické pre porasty je aj výskyt niektorých horských druhov napr. *Viola lutea*, *Poa chaixii*, *Phyteuma spicatum*, *Phyteuma orbiculare*, *Luzula luzuloides*, *Deschampsia caespitosa*. Z hľadiska ochrany prírody sme v nich zaznamenali výskyt vstavačovitých druhov *Platanthera bifolia*, *Gymnadenia conopsea*, *Dactylorhiza majalis* a na vrcholových lúkach Minčola *Hieracium aurantiacum*. Ohrozenosť horských lúk spočíva predovšetkým v opustení tradičného spôsobu hospodárenia, kosenia a pasenia, následného zarastania a degradácie porastov. Za najbohatšie

sa považujú porasty v horských polohách na vápencovom podloží, v nadmorskej výške nad 1000 m, ktoré sú pravidelne kosené aj ručne. V súčasnosti sa horské lúky v záujmovom území prestali obhospodarovat' tradičným spôsobom a využívajú sa prevažne mulčovaním a to najmä v pohorí Čergov. Mulčovanie vedie k zmene druhovej skladby porastu, vplyvom nerozloženého mulču zostávajú v poraste prázdne miesta, porasty sú redšie a druhovo chudobnejšie. Vo vrcholových častiach pohoria Čergov (lokality Penteliš, Solisko, Terasa, Lysina) dominujú psinčekové porasty s dominanciou *Agrostis capillaris*, *Poa chaixii*, *Luzula luzuloides*, *Avenella flexuosa*, *Potentilla erecta*, *Veronica officinalis*. Výraznou dominantou horských lúk je prítomnosť *Gentiana asclepiadea*. Medzi ďalšie negatívne vplyvy na biodiverzitu horských lúk spôsobujúce zmeny v druhovom zložení pôvodných porastov má šírenie *Lupinus polyphyllus* na lokalite Barabáška a Jankovičová, ako aj šírenie expanzívnych druhov *Calamagrostis epigejos*, *Brachypodium pinnatum*.

Vo vyšších častiach územia nad 1000 m prevažovali spoločenstvá psice tuhej (*Nardus stricta*) patriace do zv. *Nardo-Agrostion tenuis* a *Violion caninae* (**Tr8**), vyskytujúce sa na pôdach chudobných na živiny (oligotrofné spoločenstvá) s kyslejšou pôdnou reakciou (Ujházy 2007). Sú typickými spoločenstvami podhorských a horských oblastí. Floristické zloženie je pomerne chudobné, v porastoch dominujú nižšie trávy *Nardus stricta*, *Festuca rubra*, *Briza media*, a *Avenella flexuosa*, bohato sú však zastúpené aj viaceré druhy bylín, ktoré dodávajú porastom kvetnatý charakter, napr. *Potentilla erecta*, *Viola lutea*, *Viola canina*, *Dianthus delthoides*, *Hypericum maculatum*. Popri druhu *Nardus stricta* v nich prevláda *Avenella flexuosa* a *Deschampsia caespitosa*.

Vlhké lúky zv. *Calthion* (**Lk6**), sú v sledovanej oblasti pomerne zriedkavé, vyskytujú sa na 12 lokalitách najmä v doline Čierneho a Bieleho Váhu. Floristické zloženie je pomerne pestré, dominuje *Cirsium rivulare*, vyskytujú sa aj vlhkomilné druhy *Lychnis flos-cuculi*, *Sanguisorba officinalis*, *Geum rivale*, *Geranium phaeum*, *Alopecurus pratensis*, *Scirpus sylvaticus*, *Cirsium oleraceum* a iné, z vzácnějších druhov sme zistili prítomnosť *Gladiolus imbricatus*, *Epipactis palustris*. Na vlhších pôdach dominuje z tráv *Alopecurus pratensis* a z bylín *Lychnis flos-cuculi*, *Scirpus sylvaticus*, z ďatelinovín *Trifolium hybridum* a i. Na niektorých lokalitách sa nadmerne rozširujú vysoké druhy bylín, ako napr. *Filipendula ulmaria*, *Mentha longifolia*, čím sa mení charakter porastu.

Osobitnú skupinu tvorili burinné spoločenstvá (**X3**), ktoré vznikli ako výsledok opustenia a prekošarovania trávnych porastov. Ide o biotop, ktorý je z hospodárskeho hľadiska nežiaduci. Typické je vysoké zastúpenie nitrofilných druhov z čeľade mrkvovitých (druhy rodov *Anthriscus*, *Chaerophyllum*, *Aegopodium*) a prhl'avovitých (rod *Urtica*). Na lokalite Chata Veľký Bok v nadmorskej výške 1 459 m sú súvislé porasty štiavca alpínskeho (*Rumex alpinus*). Predstavujú silne nitrofilné horské ruderalné spoločenstvo, ktoré vzniklo pravdepodobne dávnejším košarovaním a následným opustením manažmentu.

Pôdne vlastnosti

Pôdnym typom na sledovanom území sú kambizeme, fluvizeme, rendziny a vo vyšších častiach pohorí podzoly. Pôdotvorným substrátom sú prevažne dolomity, slienité vápence, granodiority, riolity, pieskovce a tiež flyš. Medzi jednotlivými typmi biotopov nie sú výrazné rozdiely obsahu živín v pôde. Všetky typy biotopov majú spoločné niektoré vlastnosti pôd. Sú vysoko humózne, s vysokým obsahom oxidovateľného uhlíka, dobre zásobené živinami, najmä dusíkom. Na základe získaných výsledkov možno konštatovať, že ide o extrémne kyslé až slabo kyslé pôdy (pH/KCl 3,23- 5,12) s vysokým obsahom humusu, nízkym obsahom fosforu, draslíka a dobrým obsahom horčíka (tabuľka 1).

Tabuľka 1 Agrochemické vlastnosti pôdy jednotlivých biotopov**Table 1 Agrochemical properties of soil individual habitats**

Biotop	pH	C _{ox} ²	Humus ³	N _t ⁴	P	K	Mg
		g.kg ⁻¹			mg.kg ⁻¹		
Lk1	4,76b	43,96a	75,78a	3,74a	5,06a	143,38ab	398,75ab
Lk2	3,72a	39,62a	68,30a	3,51a	4,26a	164,72b	198,55a
Lk6	5,12b	46,32a	79,86a	3,81a	3,27a	103,98a	558,84b
Tr8	3,23ab	56,80a	97,94a	7,03b	11,42ab	210,56ab	132,87ab
X3	5,11b	56,01a	96,52a	3,71a	13,5b	168,69ab	467,37ab
Prisievané porasty	4,94b	37,38a	65,44a	2,77a	9,09ab	110,52ab	395,21ab

¹Pôdna kyslosť-soil acidity, ²oxidovateľný uhlík-oxidizable carbon, ³ humus.-humus, ⁴ celkový dusík-nitrogen total

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

*Mean values not sharing a common letter within habitats are significantly different (Tukey test; P = 95,0 %)

Kvalitatívne parametre

S nevyužívaním porastov sa menia ich viaceré vlastnosti, hlavne ich krmovinárska hodnota, ktorá sa následkom prevládnutia krmovinársky menej hodnotných druhov tráv výrazne znižuje. Obhospodarovanie ovplyvňuje aj úrodu a kvalitu jednotlivých typov porastov (tabuľka 2). Z využívaných porastov majú najvyššie úrody (2,50 t ha⁻¹) prisievané porasty. Najnižšiu produkcia sušiny (1,54 t ha⁻¹) a najnižší obsah živín majú horské kosné lúky.

Tabuľka 2 Kvalita trávnej hmoty u jednotlivých biotopov**Table 2 Grass quality in individual habitats**

	Produkcia sušiny ¹	N- látky ²	Popol ³	Vláknina ⁴	P ⁵	K ⁶	Na ⁷	Ca ⁸	Mg ⁹
Biotop	t.ha ⁻¹	g. kg ⁻¹ sušiny							
Lk1	2,11b	115,73b	83,69b	279,84ab	2,70b	25,03bc	0,29b	8,52b	3,15b
Lk2	1,54a	103,74a	65,80a	290,46b	2,37a	21,28a	0,26a	6,85a	2,75a
Lk6	2,35b	115,45ab	79,90b	276,43ab	2,43ab	23,58ab	0,28ab	10,12c	3,59bc
Tr8	1,94ab	103,82abc	76,01ab	281,59ab	2,47abc	25,12abc	0,25ab	7,95abc	2,85abc
X3	2,37ab	141,82c	86,32b	260,56a	3,38c	28,45c	0,29ab	9,25bc	3,99c
Prisievané porasty	2,50b	114,67ab	81,54b	287,93ab	2,84bc	24,28abc	0,29ab	9,34bc	3,40bc

¹Produkcia sušiny- dry matter production, ²N- látky-crude protein, ³popol- ash, ⁴vláknina- dietary fiber, ⁵ fosfor-phosphorus, ⁶ draslík- potassium, ⁷ sodík- sodium, ⁸vápnik- calcium, ⁹horčík- magnesium

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

*Mean values not sharing a common letter within habitats are significantly different (Tukey test; P = 95,0 %)

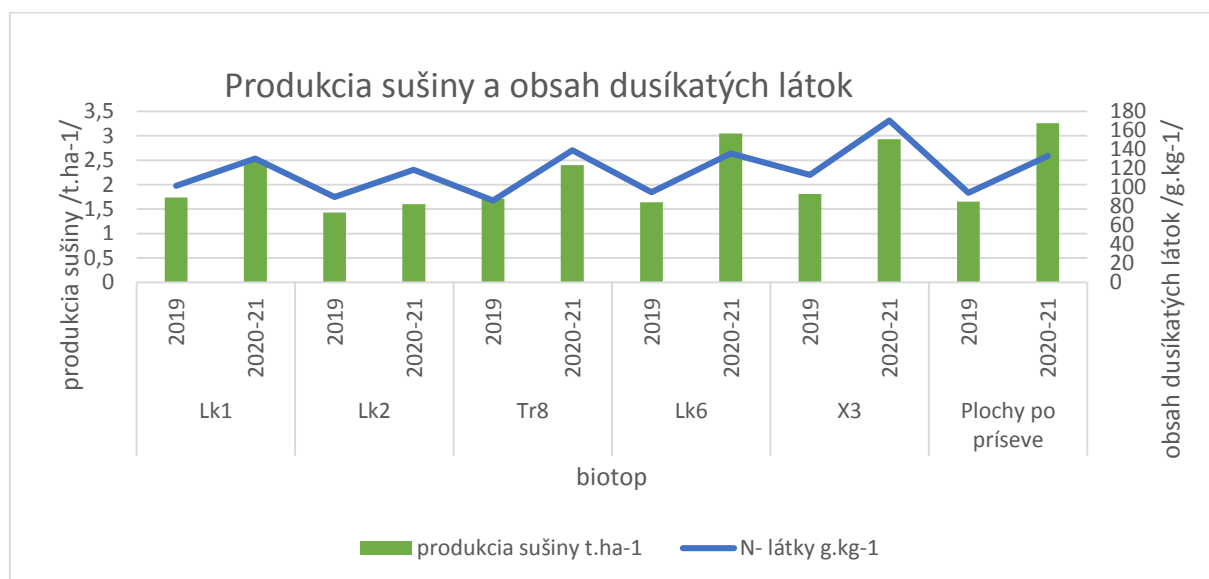
Kvalita porastov vzhľadom na nižší obsah N-látok a vyšší obsah vlákniny (nad 250 g.kg⁻¹) bola pomerne nízka. Súvisí to aj so skutočnosťou, že väčšia časť porastov horských lúk bola zväčša dlhodobo využívaná mulčovaním, čo sa odrazilo aj v druhovej skladbe porastu. Ako uvádzajú autori Hegedúsová, Ružičková, Janák (2011) tento spôsob sa najviac hodí pre porasty s nižšou produkciou biomasy. Neodporúča sa u porastov, kde sa rastlinná biomasa rozkladá pomaly (Lexa, Krahulec 2000). Výsledky Caboňa, Galvánka et al. (2021), ktorí sledovali rôzne režimy

mulčovania na podhorské psicové porasty zv. *Violion caninae* na území Poľany ukázali, že dlhodobé mulčovanie je nevhodným spôsobom manažmentu, najmä ak sa aplikuje na jeseň. Jarné mulčovanie (najneskôr do polovice júla) je prijateľnejšie, ale aj v tomto prípade sa po 5–6 rokoch začnú objavovať negatívne zmeny v druhovom zložení. Naopak jesenné mulčovanie (koniec augusta–september) má výrazne negatívny vplyv na porast a už po 2 rokoch spôsobuje negatívne zmeny v poraste podobné vývoju po zanechaní hospodárenia.

Z hľadiska obsahu živín v trávnej hmote sme zaznamenali nízky obsah fosforu, čo poukazuje na nízky obsah d'atelinovín v poraste. Najvyššie hodnoty N- látok, fosforu a draslíka boli u nitrofilných ruderalných porastov. Obsah Na býva z pohľadu výživy a krytia potreby zvierat v objemových krmivách deficitný (MÍKA, 1980). Aj v našom prípade sa potvrdil nízky obsah sodíka v trávnej hmote.

Obsah vápnika a horčíka bol z hľadiska požiadaviek zvierat postačujúci. Výsledky chemických analýz, stanovené pred realizáciou manažmentových opatrení (2019) a po realizácii (2020-21) poukazujú na to, že vplyvom kosenia došlo k zvýšeniu produkcie sušiny, N-látok a tiež obsahu prijateľných živín (obr.1).

Ako vidieť z obr.1 realizácia manažmentových opatrení kosením sa prejavila v porovnaní s východiskovým stavom vo zvýšení produkcii sušiny a vo zvýšení obsahu dusíkatých látok.



Obrázok 1 Zmeny v produkcii sušiny a v obsahu dusíkatých látok
Figure 1 Changes in dry matter production and nitrogen content

ZÁVER

Na základe monitoringu bolo klasifikovaných 5 typov biotopov trávnych porastov: Lk1 Nížinné a podhorské kosné lúky, Lk2 Horské kosné lúky, Tr8 Kvetnaté vysokohorské a horské psicové porasty na silikátovom substráte, Lk6 Podmáčané lúky horských a podhorských oblastí, X3 nitrofilná ruderalná vegetácia mimo sídiel.

Najrozsiahljšiu časť pokrývalo mezofilné spoločenstvo zv. *Arrhenatherion*. Na základe získaných výsledkov možno konštatovať, že ide o extrémne kyslé až slabo kyslé pôdy (pH/KCl 3,23- 5,12) s vysokým obsahom humusu, nízkym obsahom fosforu, draslíka a dobrým obsahom horčíka.

Realizácia manažmentových opatrení vplyvom kosenia sa premietla aj do štatisticky preukazných rozdielov v produkcii sušiny, v obsahu N-látok a minerálnych živín.

POĎAKOVANIE

Projekt je spolufinancovaný Európskou úniou z prostriedkov Európskeho fondu regionálneho rozvoja v rámci programu cezhraničnej spolupráci Interreg V-A Poľsko – Slovensko 2014 – 2020. Príspevok vznikol v rámci projektu „Spoločne za zachovanie a obnovu biodiverzity karpatských horských ekosystémov“. Výhradnú zodpovednosť za obsah tejto publikácie nesú jej autori a nedá sa stotožniť s oficiálnym stanoviskom Európskej únie.

LITERATÚRA

- Atlas krajiny Slovenskej republiky. Bratislava: Ministerstvo životného prostredia SR a Banská Bystrica: Slovenská agentúra životného prostredia, 2002, 344 pp.
- CABOŇ, M., GALVÁNEK, D., DETHERIDGE, A.P., GRIFFITH, G.W., MARÁKOVÁ, S. & ADAMČÍK, S. 2021. Mulching has negative impact on fungal and plant diversity in Slovak oligotrophic grasslands. *Basic and Applied Ecology* 52: 4–37. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2021.02.007>.
- HEGEDÜSOVÁ, K., RUŽIČKOVÁ, M., JANÁK, M. 2011. *Manažmentový model pre trojštetové lúky*. https://www.daphne.sk/MM08_trojstetove_2.pdf.
- KLAPP, E. 1965. Grünlandvegetation und Standort. Paul Payer, Berlin, 384 pp.
- LEXA, M., KRAHULEC F. 2000. Vliv mulčování na rozkladné procesy a druhové složení horských luk v Krkonoších. In *Opera Corcontica* 37: 571–577.
- MÍKA, V. 1980. Obsah minerálních látek v trávach. *Studie ČSAV*, 8, s.105
- PALÁŠTHY, J., DOSTÁL, Ľ., CIBUEKOVÁ, Ľ. 1987. *Príroda okresu Prešov a jej ochrana*. Košice: Východoslovenské vydavateľstvo, 168 pp.
- SLÁVIKOVÁ, D., KRAJČOVIČ, V. (eds.). 1996. *Ochrana biodiverzity a obhospodarovanie trvalých trávnych porastov CHKO - BR Poľana*. Nadácia IUCN, Svetová únia ochrany prírody, Bratislava, 180 pp.
- SOFRŇ, J. 1976. Příspěvek k vegetaci a floře lesní části Čerchovského pohoria. Zb. *Východ. Múz. Košice Prír. Vedy* 16: 63–85.
- STANOVÁ, V., VALACHOVIČ, M. (eds.) 2002. *Katalóg biotopov Slovenska*. Bratislava: DAPHNE – Inštitút aplikovanej ekológie, 225 pp.
- UJHÁZY, K. 2007. *Violion caninae* Schwickerath 1944. In Janišová M. et al., *Travinnobylinná vegetácia Slovenska – elektronický expertný systém na identifikáciu syntaxónov*. Bratislava: Botanický ústav SAV, 223–230.

Vplyv druhotného organického hnojiva na primárnu produkciu trávneho porastu

Influence of secondary organic fertilizer on primary grassland production

Jozef Čunderlík, Alena Rogožníková

NPPC-Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva, Mládežnícka 36, 974 21 Banská Bystrica, Slovenská republika, E-mail:jozef.cunderlik@nppc.sk

ABSTRACT

The aim of the research task was to verify the influence of different doses of alternative organic fertilizer (digestate – wastewater after biogas generation) on quantitative and qualitative indicators of aboveground biomass of grassland. On average of two years (2019 and 2020) the higher dry matter production was 4.42 t.ha⁻¹ in 2020. In terms of the production of treatments in the monitored years, the highest yield reached 4.05 t.ha⁻¹ with treatment a dose of digestate at 150 N kg.ha⁻¹ rate. The highest content of crude protein 128.02 g.kg⁻¹ dry matter was in 2020. There was a high concentration of Ca in all treatments during the running of experiment. The optimal K: (Ca + Mg) ratio was achieved on the treatment with a digestate dose of at 90 kg N .ha⁻¹ rate.

KEYWORDS: grassland, digestate, dry matter, production, crude protein, K:(Ca+Mg) ratio

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 (NOVÁK, 1995). V súčasnej dobe sú prátotechnické opatrenia na trávnych porastoch zanedbávané a lúčne porasty sú hnojené v obmedzenom rozsahu. Organické hnojivá ako celok, ale aj samostatne prvky tejto veľkej skupiny hnojív tvoria dôležitú a neodmysliteľnú súčasť poľnohospodárskej výroby. Ich význam spočíva v udržiavaní a zlepšovaní fyzikálnych a chemických vlastností pôdy ale aj pôdnej úrodnosti (DOSTÁL a RICHTER, 2018). Využívanie animálnych hnojív je nízke. Vyhnitý biokal po výrobe bioplynu môžeme považovať za netradičné organické hnojivo so špecifickými účinkami na ornú pôdu a trávne porasty. Proces fermentácie živočíšnych a rastlinných odpadov sa javí, ako významný činiteľ potlačujúci klíčivosť semien burín v biokale, v porovnaní s maštal'ným hnojom. Na základe týchto zistených skutočností sa môže efektívne využiť na hnojenie trávnych porastov. Dobře zapojený a ošetrovaný trávny porast má veľkú schopnosť využívať resp. odčerpávať živiny a látky rozpustené v pôdnom roztoku. Preto trávne porasty v porovnaní s inými poľnohospodárskymi kultúrami podstatne znižujú nebezpečenstvo vyplavovania živín do spodných vrstiev pôdneho profilu a napokon do spodných vôd. Použitím biokalu na hnojenie poľných plodín je možné uzatvoriť kolobeh živín pri znížených dávkach minerálnych hnojív (POSPIŠIL a MANO, 2007).

MATERIÁL A METÓDY

Cieľom riešenej výskumnej úlohy bolo overiť vplyv rôznych dávok vyhnitého biokalu, ako alternatívneho organického hnojiva na produkciu trávneho porastu v priebehu rokov 2019 - 2020. Biokal sa aplikoval na povrch porastu v nasledovanej dávke hnojenia:

V1 – nehnojená kontrola

V2 - N 90 v kg. ha⁻¹ č.ž. biokal (jednorazová dávka na jar)

V3 - N 120 v kg. ha⁻¹ č.ž. biokal (jednorazová dávka na jar)

V4 - N 150 v kg. ha⁻¹ č.ž. biokal (jednorazová dávka na jar)

Na základe chemického rozboru vyhnitého biokalu sa vypočítali dávky biokalu, rovnajúce sa čistým živinám N vo variantoch V2, V3 a V4.

Dávky biokalu sa aplikovali na trávny porast po zazelenaní porastu. Porasty sa v úžitkovom roku využívali 3 x kosbou, pričom 1. kosba sa uskutočnila na začiatku klasenia prevládajúcich druhov tráv, druhá s odstupom 7-8 týždňov po prvej a tretia (podľa stavu porastu) 8-10 týždňov po druhej.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Produkcia sušiny fytohmoty (bioenergetický potenciál pôdy) patrí medzi významné ukazovatele produkčného potenciálu pôdy. Definujeme ho ako prácu rastlinného spoločenstva na danom pôdnom substráte a v danom časovom intervale. Túto prácu je možné vyjadriť hodnotou dopestovanej suchej hmoty zo všetkých plodín v dlhšom časovom rade v t. ha⁻¹ (KOSTREJ, 1998). Najdôležitejšou funkciou pôdy je jej produkčná účinnosť, ktorá je vnímaná ako hlavná a často aj ako jediná funkcia pôdy (ZAUJEC, 2002). V roku 2019 bola najvyššia celková produkcia sušiny 2,73 t. ha⁻¹ na variante s dávkou biokalu 150 kg N č.ž. ha⁻¹ (tab. 1). Najnižšia úroveň celkovej produkcie 1,53 t. ha⁻¹ bola na kontrolnom variante. Medzi dávkami biokalu 90 kg. ha⁻¹ a 120 kg. ha⁻¹ bol rozdiel úrod 0,31 t. ha⁻¹. A medzi dávkami biokalu 120 kg. ha⁻¹ a 150 kg. ha⁻¹ bol rozdiel úrod len 0,22 t. ha⁻¹. V tretej kosbe sa dosiahli najnižšie úrody sušiny (0,27 – 0,53 kg. ha⁻¹) na všetkých variantoch. Najvyšší percentuálny nárast úrod (62 %) sme dosiahli v prvej kosbe, kedy úhrny zrážok v mesiaci máj boli nadnormálne a dosahovali vysokú úroveň z dlhodobého priemeru 186 %. Podobne, ako v roku 2019 aj v roku 2020 bola najvyššia celková produkcia 5,38 t. ha⁻¹ na variante s dávkou biokalu 150 kg N. ha⁻¹ a najnižšia celková produkcia 2,96 t. ha⁻¹ bola na kontrolnom variante (tab. 1). Medzi dávkami biokalu 90 kg N. ha⁻¹ a 150 kg N. ha⁻¹ bol rozdiel úrod 0,76 t. ha⁻¹ a medzi dávkami biokalu 120 kg. ha⁻¹ a 150 kg N. ha⁻¹ bol rozdiel úrod 0,65 t. ha⁻¹.

Tabuľka 1 Produkcia sušiny v kosbách za roky 2019 a 2020

Table 1 Dry matter production in mowings for 2019 and 2020

Rok ¹	Variant ²	1. kosba ³		2. kosba		3. kosba		Σ ⁵ t. ha ⁻¹
		t. ha ⁻¹	%	t. ha ⁻¹	%	t. ha ⁻¹	%	
2019	Kontrola	0,90	59	0,36	23	0,27	18	1,53
	Biokal 90 kg. ha ⁻¹	1,41	64	0,43	20	0,36	16	2,20
	Biokal 120 kg. ha ⁻¹	1,66	66	0,42	17	0,43	17	2,51
	Biokal 150 kg. ha ⁻¹	1,60	59	0,60	22	0,53	19	2,73
	$\bar{x}$	1,39	62	0,45	21	0,40	17	2,24
2020	Kontrola	0,45	15	0,90	30	1,61	55	2,96
	Biokal 90 kg. ha ⁻¹	0,70	15	1,75	38	2,17	47	4,62
	Biokal 120 kg. ha ⁻¹	0,90	19	1,76	37	2,07	44	4,73
	Biokal 150 kg. ha ⁻¹	0,98	18	2,06	38	2,34	44	5,38
	$\bar{x}$ ⁴	0,75	17	1,62	35	2,05	48	4,42

¹ Year, ² Treatments, ³ Cut, ⁴ Average, ⁵ Dry mater yield

Je zaujímavé, že najvýraznejšie zmeny boli v tretej kosbe, kedy sa dosiahli najvyššie úrody sušiny ($1,61 - 2,34 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$) na všetkých variantoch, čo predstavovalo percentuálny nárast úrod (48 %) v porovnaní s prvou a druhou kosbou, kedy úhrny zrážok v mesiacoch august a september sa pohybovali v rozpätí od 105 – 136 mm. Hnojivové využitie vyhnitého biokalu znižuje nároky na potrebu priemyselných hnojív, zlepšujú sa hydrofyzikálne vlastnosti pôdy, čo má pozitívny vplyv na celkový vlhový režim pôdy (IGAZ, 2001).

Vplyv kosieb na celkovú produkciu sušiny mal klesajúcu tendenciu v smere: 3. kosba > 2. kosba > 1. kosba. Na kontrolnom variante bola v roku 2020 dosiahnutá úroveň produkcie sušiny $2,96 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, čo predstavuje nárast o 48 % v porovnaní s rokom 2019. Štatisticky preukazné rozdiely sme zaznamenali v úrodách za sledované roky. Preukazne vyššiu úrodu ($4,42 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$) sme dosiahli v roku 2020 (tab.2). Preukazne ($P < 0,05$) najnižšiu úrodu ($2,24 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$) mal kontrolný variant (tab.3). Rozdiely medzi kontrolou a ostatnými variantami sú štatisticky preukazné. Nepreukazný rozdiel bol medzi variantmi s dávkami biokalu $90 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$, $120 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ a s dávkou biokalu $150 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$.

Tabuľka 2 Analýza variancie pre hodnotenie úrod, koncentrácie biogénnych prvkov za roky 2019 – 2020

Table 2 Analysis of variance of dry matter production, crude protein and element contents between year 2019 and 2020

Rok ¹	Úroda ($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$) ²	Koncentrácia dusíkatých látok a biogénnych prvkov ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) ³					
		NL	P	K	Na	Ca	Mg
2019	2,24 a	120,55 a	2,72 a	25,76 a	0,30 a	11,18 b	4,42 b
2020	4,42 b	128,02 b	2,75 a	27,21 b	0,31 a	10,07 a	4,14 a
Hd $\alpha_{0,05}$ ⁴	0,401	3,704	0,102	0,719	0,025	0,767	0,084

Different letters in superscript mean there are significances among factors

¹ Year, ² Dry mater yield, ³ Content of biogenic elements, ⁴ Statistically significant difference at the level $\alpha_{0,05}$

Preukazné rozdiely za sledované roky boli aj pri obsahoch prvkov v rastlinnej hmote. Obsah N - látok je závislý od podielu floristických skupín, druhového zloženia, hnojenia, klimatických podmienok a rastovej fázy. Najvyšší ($P < 0,05$) sme zaznamenali pri obsahu NL ($128,02 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) v roku 2020. Nepreukazný rozdiel v rokoch bol len pri obsahu fosforu a sodíka. Rozdiely na variantoch boli preukazné a najnižší obsah NL ($118,21 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) sme zaznamenali na kontrolnom variante. Na koncentráciu draslíka v sušine fytomasy vplýva aj floristické zloženie porastov v tom zmysle, že najvyšší obsah draslíka je v bylinách a najnižší je v d'atelinovinách. V našom pokuse mala vyššie zastúpenie skupina bylín oproti d'atelinovinám. Nepreukazný rozdiel na všetkých variantoch bol len pri obsahu vápnika. Rovnako, ako v prípade vápnika, aj v prípade horčika na jeho relatívne vysokom obsahu v sušine sa podieľa aj vysoké zastúpenie bylín. LOŽEK a kol. (1995) uvádzajú, že horčík ovplyvňuje predovšetkým kvalitu krmiva, kým výšky úrod len pri silnejšom nedostatku v pôde. Pre výživu zvierat má zvlášť význam pomer Ca:P. Preukazne ($P < 0,05$) vyššia hodnota (4,22) pomeru Ca:P bola v roku 2019, preukazný rozdiel medzi rokmi (tab.4) bol aj pri pomere K:(Ca+Mg). Štatisticky vysokú preukaznosť (4,42) pomeru Ca:P mal kontrolný variant (tab.5). Rozdiely medzi kontrolou a ostatnými variantmi sú preukazné. Rozdiely pomeru Ca: P boli medzi variantami s dávkami biokalu $90 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$, $120 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ a $150 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$. Nepreukazné rozdiely pomeru K:(Ca+Mg) sme zaznamenali aj medzi variantmi.

Vyššia produkcia sušiny bola na všetkých hnojených variantoch. Za sledované roky bola najvyššia celková produkcia na variante s dávkou biokalu 150 kg N. ha⁻¹ a najnižšia na kontrolnom variante. V sledovaných rokoch na hnojených variantoch bola najvyššia koncentrácia dusíkatých látok v rastlinnej hmote. JURIS (2000) uvádza, že hnojivý účinok biokalu je dobrý a živiny z kalu, hlavne dusík, sú prijímané rýchlejšie ako z maštalného hnoja, ale pomalšie ako z priemyselných hnojív.

Tabuľka 3 Analýza variancie pre hodnotenie úrod, koncentrácie biogénnych prvkov za varianty

Table 3 Analysis of variance dry matter production, crude protein and element contents based on treatments

Variant ¹	Úroda (t.ha ⁻¹) ²	Koncentrácia dusíkatých látok a biogénnych prvkov (kg.ha ⁻¹) ³					
		NL	P	K	Na	Ca	Mg
kontrola	2,24 a	118,21 a	2,26 a	23,02 a	0,28 a	10,03 a	4,11 a
Biokal 90kg.ha ⁻¹	3,41 b	127,41 b	2,77 b	27,29 b	0,28 a	10,47 a	4,30 b
Biokal 120 kg.ha ⁻¹	3,62 b	124,24 ab	2,81 b	27,54 b	0,27 a	10,56 a	4,30 b
Biokal 150 kg.ha ⁻¹	4,05 b	127,28 b	3,10 c	28,10 b	0,38 b	11,44 a	4,43 b
Hd $\alpha_{0,05}$ ⁴	0,764	7,060	0,195	1,370	0,048	1,462	0,160

Different letters in superscript mean there are significances among factors

¹ Treatments, ² Dry mater yield, ³ Content of biogenic elements, ⁴ Statistically significant difference at the level $\alpha_{0,05}$

Tabuľka 4 Analýza variancie pre hodnotenie pomeru prvkov za roky

Table 4 Analysis of variance of selected ratio between and among elements based on years

Rok ¹	Koncentrácia biogénnych prvkov ²	
	Ca : P	K : (Ca+Mg)
2019	4,22 b	1,72 a
2020	3,65 a	1,96 b
Hd $\alpha_{0,05}$ ³	0,274	0,117

Different letters in superscript mean there are significances among factors

¹ Year, ² Content of biogenic elements, ³ Statistically significant difference at the level $\alpha_{0,05}$

Tabuľka 5 Analýza variancie pre hodnotenie pomeru prvkov za varianty

Table 5 Analysis of variance of selected ratio between and among elements based on treatments

Variant ¹	Koncentrácia biogénnych prvkov ²	
	Ca : P	K : (Ca+Mg)
Kontrola	4,42 b	1,72 a
Biokal 90kg N.ha ⁻¹	3,76 a	1,93 a
Biokal 120 kg N.ha ⁻¹	3,73 a	1,91 a
Biokal 150 kg N.ha ⁻¹	3,82 a	1,80 a
Hd $\alpha_{0,05}$ ³	0,523	0,224

Different letters in superscript mean there are significances among factors

¹ Treatments, ² Content of biogenic elements, ³ Statistically significant difference at the level $\alpha_{0,05}$

ZÁVER

Z hľadiska dosiahnutej produkcie a kvality bol zistený kladný vplyv biokalu na trávny porast. Pri porovnávaní výsledkov získaných v roku 2020 s výsledkami z roku 2019 je vidieť pozitívny vplyv aplikácie biokalu na dosiahnuté hodnoty v jednotlivých variantoch. Celková produkcia sušiny bola vyššia v roku 2020 o 49 % v porovnaní s rokom 2019. Zaznamenali sme tendenciu zvyšovania koncentrácie N - látok v trávnej hmote so stupňovanými dávkami hnojenia. Doterajšie výsledky ukazujú, že biokal je dobre vyváženým organickým hnojivom so špecifickými pozitívnymi vlastnosťami (klíčivosť burín, zápach) na trávny porast.

POĎAKOVANIE

Táto publikácia vznikla vďaka podpore v rámci Operačného programu Integrovaná infraštruktúra pre projekt: Udržateľné systémy inteligentného farmárstva zohľadňujúce výzvy budúcnosti 313011W112, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

LITERATÚRA

- DOSTÁL, J., RICHTER, R. 2018. Porovnaní kvality kejdy s digestátom z bioplynových staníc a jejich využití ke hnojení zemědělských plodin. In Kukuřice v praxi. MZLU v Brně. s. 78 – 81. ISBN 978-80-7375-135-7.
- IGAZ, D. 2001. Spracovanie tekutých organických odpadov a ich využitie v poľnohospodárskej krajine z hľadiska ochrany životného prostredia, autoreferát dizertačnej práce. Nitra: SPU, 2001. 25 s.
- JURIŠ, P. 2000. Hygienické a ekologické požiadavky na recykláciu organických odpadov v poľnohospodárstve. Prešov: Vydavateľstvo M. Vaška, 2000, 158 s. ISBN 80-7165-257-1
- KOSTREJ, A. 1998. Ekofyziológia produkčného procesu porastu a plodín. Nitra: SPU, 1998, 187 s. ISBN 80-7137-528-4.
- LOŽEK, O. a kol. 1995. Základy výživy a hnojenia rastlín. MP SR, Ústav vedecko-technických informácií pre pôdohospodárstvo, Nitra, SPU: 132 s. ISBN 80-85330-21-0.
- NOVÁK, J. 1995. Bezorbová obnova ruderalného trávneho porastu prísevom. IV. Zmeny obsahu minerálnych látok v sušine nadzemnej biomasy. Poľnohospodárstvo. Ročník 41, číslo 10. 1995. s. 721-729.
- POSPIŠIL, R., MANO, M. 2007. Možnosti produkcie biomasy kukurice na siláž po hnojení biokalom po výrobe bioplynu. *Biomasa pre regionálnu energetiku*. Nitra: SPU, 2007, s. 135– 140.
- ZAÚJEC, A. 2002. Pedológia. 1. vyd. Nitra : SPU, 2002. 98 s. ISBN 80-8069-090-1.

Vývoj využívania priemyselných hnojív v slovenskom poľnohospodárskom priestore v rokoch 1990 – 2019

Development of use of mineral fertilizers in Slovak agriculture during 1990-2019

Roman Hašana, Rastislav Bušo

Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav rastlinnej výroby
Piešťany, Bratislavská cesta 122, 921 68 Piešťany, Slovenská republika, E-mail:
roman.hasana@nppc.sk

ABSTRACT

The topic of nutrient inputs, especially the application of mineral fertilizers, is still very topical. The intensification of crop production on one hand, and on the other hand the reduction of organic fertilizers, has led to increase consumption of mineral fertilizers in the second half of the last century. However, consumption of mineral fertilizers has strongly decreased after the onset of society-wide changes in the early 1990s. In this work, we present an overview of the consumption of mineral fertilizers in the Slovak Republic during 1990-2019.

KEYWORDS: mineral fertilizers, plant nutrition, consumption, Slovak agriculture

ÚVOD

Téma vstupov živín práve formou aplikácie živín v priemyselných hnojivách je stále veľmi živá, nakoľko, tak ako snád' každá z poľnohospodárskych činností vyvoláva protichodné reakcie. Na jednej strane existuje záujem na zvyšovaní produkcie z pohľadu demografického vývoja a zvyšovania počtu obyvateľov na planéte, ale na strane druhej „bijú“ na poplach ekológovia, snažiaci sa o akýsi „očistný“ proces v poľnohospodárstve, ako aj zvyšovanie zastúpenia ekologickej primárnej rastlinnej produkcie. Množstvo živín obsiahnuté v rastlinnej produkcii z jednotky plochy závisí od výšky produkcie, druhu rastliny, vonkajších podmienok a od množstva ďalších faktorov (Žák a kol., 2012, Žák a kol., 2015). V každom prípade k rozhodujúcim patrí druh pestovaných rastlín a výška produkcie. Je pochopiteľné, že pri vyššej produkcii sa do kolobehu uvádza viac živín. S intenzifikáciou rastlinnej výroby, pri už dobre známych faktoch o redukcii živočíšnej výroby a s ňou spojenou nižšou produkcii organických hnojív, bolo a je potrebné nahrádzať živiny predovšetkým formou aplikácie priemyselných hnojív. Z dostupných informácií sa dá vyčítať, že slovenskí poľnohospodári sa začali chovať ekologicky, i keď skôr nedobrovoľne, hneď po nástupe celospoločenských zmien na začiatku deväťdesiatych rokov minulého storočia. Pokles spotreby priemyselných hnojív bol veľmi razantný v porovnaní s priemerom spotreby v krajinách západnej Európy a neporovnateľne výrazný v porovnaní s „lídmami“ v hnojení, akým je napr. Holandské kráľovstvo.

MATERIÁL A METÓDY

Cieľom príspevku bolo poukázať na význam výživy rastlín a identifikovať hlavné trendy v spotrebe minerálnych hnojív v Slovenskej republike v rokoch 1990-2019, pričom sa vychádzalo z údajov Ústredného kontrolného a skúšobného podniku (ÚKSUP) a výsledkov výskumu uskutočnenom na NPPC.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Pokles spotreby priemyselných hnojív

Vynútený pokles spotreby priemyselných hnojív nebol riadený, bol skôr nedomyslený. Poľnohospodári sa prednostne venovali výžive, a teda aj hnojeniu N, pričom takmer úplne

opomínali význam ďalších hlavných živín, ako je P a K. Pri absencii zeleného hnojenia, organických hnojív, medziplodín postupne dochádzalo k výraznému narušeniu v úvode spomínaného kolobehu živín. Okrem toho dochádzalo aj k redukcii biodiverzity osevných postupov, pričom z nich vypadli práve plodiny kladne ovplyvňujúce pôdu, ale aj bilanciú živín. Dôsledok sa následne ukázal a dokazujú to i výsledky z ÚKSUP-om realizovaného cyklického agrochemického skúšania pôd (Chmelárová, 2019). V pôdach začal klesať obsah P a postupne i K. Dochádzalo a naďalej dochádza k preskupovaniu pôd na základe zásobenosti týmito živinami do horších kategórií, to znamená, že klesá zastúpenie pôd v lepších kategóriách a zvyšuje sa zastúpenie v tých, ktoré sú pre pestovanie rastlín menej atraktívne. Tu treba dôrazne upozorniť, že práve na pôdach, ktoré sú ešte zaradené v kategórii s dobrou zásobou živín (P, K) nemožno brať výživu na ľahkú váhu, ide totiž o kategóriu, kde je potrebné pre dosiahnutie či už plánovanej alebo udržanie stabilnej produkcie nielen dodať živiny v množstve, potrebnom pre rastlinu na dosiahnutie plánovanej produkcie, ale prihliadať aj na to, aby živiny boli dodané v správnom pomere. Prehnojenie jednou živinou na úkor ostatných môže negatívne pôsobiť aj na žiadúcu ekologizáciu pestovania a kvalitu produkcie a nemusí a je predpoklad, že ani neprinesie očakávaný efekt z pohľadu ekonomickej efektívnosti. Jedným z dôležitých kritérií pri určovaní správnych a účelných dávok priemyselných hnojív z pohľadu praxe je správne bilancovanie živín.

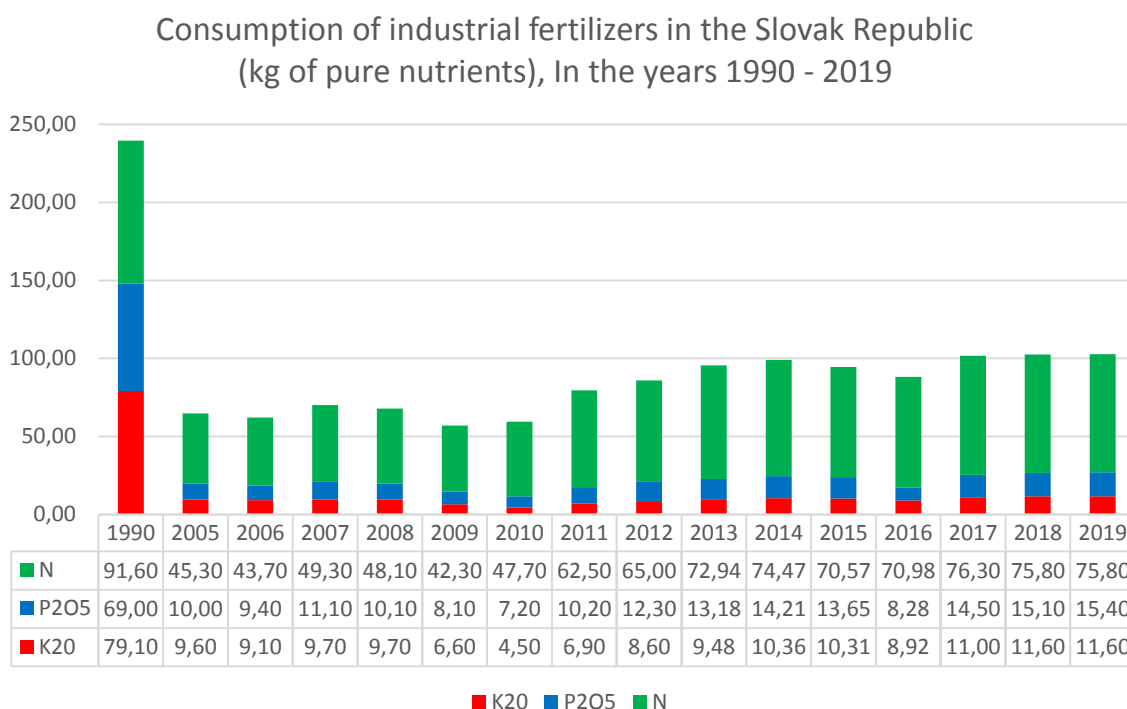


Figure 1 Consumption of industrial fertilizers in the Slovak Republic (kg of pure nutrients), In the years 1990 - 2019

Hnojenie ako významný agrotechnický úkon

Hnojenie, samozrejme, nespočíva len v optimálnom určení dávky aplikovaných hnojív, ale ovplyvňuje ho celý komplex ďalších faktorov. Jedným z nich je aj správny výber vhodnej formy hnojiva. Z tohto pohľadu sa na trh postupne dostávajú stále kvalitnejšie hnojivá, ktoré umožňujú vhodnejšie ovplyvniť vývoj rastlín a celý produkčný proces. Z pohľadu výživy rastlín sa javí ako najkomplikovanejší prvok výživa N, pretože práve N je relatívne nestabilný a podlieha vyššej náchylnosti z pohľadu strát v pôdnom prostredí. Na trh sa postupne dostávajú

hnojivá, obohatené o rôzne inhibítory, ktoré okrem eliminácie strát, zvyšujú stabilitu N a umožňujú jeho prístupnosť v priebehu celej vegetácie, predovšetkým však v rastových fázach najvýznamnejších z hľadiska tvorby produkcie a jej kvality. Dostupnosť týchto foriem hnojív má, okrem tohto hlavného cieľa, aj ďalšie sekundárne prínosy vo forme znižovania spotreby pohonných hmôt a emisií, znižovania strát živín a eliminácie negatívneho vplyvu na životné prostredie, ako aj formou znižovania počtu vstupov mechanizácie v rámci technologického procesu a tiež v znížení prejazdov po poli, čo sa prejavuje i vo fyzikálnych, chemických a biologických vlastnostiach pôdy.

Zvýšenie využiteľnosti predovšetkým tuhých priemyselných hnojív

Je potrebné, aby rastlina disponovala mohutným koreňovým systémom. Je na farmárovi správne vybrať, po dôkladnom zvážení, z osvedčených, najvhodnejšie odskúšaných, ale predovšetkým registrovaných prípravkov. Využitie týchto stimulátorov, môže pozitívne ovplyvniť rastový a produkčný proces. Podporou tvorby koreňového systému a zvýšením jeho aktivity umožníme rastline lepšie čerpať živiny nielen z koreňovej zóny, ale stávajú sa pre rastliny dostupnejšie aj živiny z hlbšieho profilu pôdy. Z pohľadu dodaných živín vo forme priemyselných hnojív tak, okrem zvýšenia dostupnosti, zlepšujeme aj využiteľnosť dodaných živín a eliminujeme riziko strát (Kucharovic a kol, 2014). Okrem stimulátorov, aplikovaných s osivom pre podporu tvorby koreňového systému, sú dostupné i ďalšie formy biostimulátorov, aplikovaných v priebehu vegetácie. Z pohľadu výživy by sme sa mali sústrediť na tie, ktoré zabezpečia rastline dobrý a udržateľný kondičný stav a dokážu eliminovať stresový stav z čoraz častejšie vyskytujúceho sa sucha, a tým zabezpečiť lepšie a účinnejšie využívanie živín z pôdy, ale hlavne z dodávaných hnojív. Udržanie dobrého kondičného stavu rastliny a eliminácia stresu zo sucha má význam aj pri aplikácii listovej výživy, nakoľko, i keď táto sa v suchých podmienkach môže považovať za účinnejšiu, je isté, že ak je rastlina v zlom kondičnom stave a sucho je extrémne, výrazne klesá účinnosť a využiteľnosť i foliárnej aplikácie. Avšak len aplikácia rôznych biostimulátorov nie je všemocná, ale je len jedným ohniskom v reťazi ďalších agrotechnických zásahov v celej technológii pestovania. Jej neovládanie sa len biostimulátormi zachrániť nedá.

Cielená výživa, diagnostika a optimálne stanovenie a priestorové rozloženie aplikovaných hnojív ako budúcnosť výživy a hnojenia

Významnou mierou aj hnojenie ako agrotechnický zásah ovplyvňuje zavádzanie systémov presného poľnohospodárstva ako aj informačných technológií a robotizácie. Práve oblasť výživy a hnojenia rastlín je v tejto oblasti priekopníkom. Aj z pohľadu výskumu je táto oblasť veľkou výzvou do budúcnosti. Cielená výživa, jej správna diagnostika a optimálne stanovenie a priestorové rozloženie aplikovaných hnojív umožní do budúcnosti znižovanie vstupov, zvyšovanie účinnosti a využiteľnosti hnojív, zníženie ekologickej záťaže, ale v neposlednom rade môže prispievať aj k eliminácii heterogenity produkčných plôch z pohľadu zásobenosti živinami.

ZÁVER

Ako uvádza ÚKSUP, so zmenami po roku 1989 v sektore poľnohospodárstva (reštitúcie pôdy, nárast cien, zníženie intenzifikácie, legislatívne opatrenia) došlo k výraznému poklesu spotrebovaných priemyselných hnojív a pesticídov v poľnohospodárstve.

V období rokov 2005 – 2019 bol zaznamenaný opätovný nárast spotreby dusíkatých hnojív o 67,3 %, spotreba fosforečných hnojív o 54 % a draselných hnojív o 20,8 %. V roku 2019 celková spotreba priemyselných hnojív predstavovala 102,8 kg čistých živín (č. ž.) na hektár poľnohospodárskej pôdy, čo bolo o 0,4 kg č. ž. na ha viac ako v predchádzajúcom roku. Medzi rokmi 2015 – 2019 mala spotreba priemyselných hnojív, s menšími odchýlkami, rastúci trend.

Množstvo živín, obsiahnuté v rastlinnej produkcii z jednotky plochy, závisí od výšky produkcie, druhu rastliny, vonkajších podmienok a od množstva ďalších faktorov. K rozhodujúcim patrí druh pestovaných rastlín a výška produkcie. S intenzifikáciou rastlinnej výroby, pri už dobre známych faktoch o redukcii živočíšnej výroby a s ňou spojenou nižšou produkciou organických hnojív, bolo a je potrebné nahrádzať živiny predovšetkým formou aplikácie priemyselných hnojív.

V snahe predchádzať negatívnemu vplyvu nesprávnej a nadmernej aplikácie hnojív a pesticídov je potrebné dodržiavať zásady Kódexu správnej poľnohospodárskej praxe – Ochrana pôdy ako aj podmienky Správnej farmárskej praxe v zmysle Nariadenie vlády SR č. 389/2005 Z. z..

POĎAKOVANIE

Spracovanie príspevku bolo podporené finančnými prostriedkami vďaka podpore v rámci Operačného programu Integrovaná infraštruktúra pre projekt: Udržateľné systémy inteligentného farmárstva zohľadňujúce výzvy budúcnosti 313011W112, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

LITERATÚRA

- CHMELÁROVÁ, Ž. 2019. Agrochemické skúšanie pôd na Slovensku a dynamika sledovaných parametrov. Agroporadenstvo [online] [citované 27-10-2021]
Dostupné na: <http://www.agroporadenstvo.sk/index.php?pl=58&article=1652>
- KUCHAROVIC, A., ŽÁK, Š., HAŠANA, R., BUŠO, R. 2014. *Bilancia energo-materiálových tokov v poľnom ekologicky citlivom agroekosystéme*. Piešťany: NPPC-VÚRV Piešťany, 146s. ISBN 978-80-89417-53-7
- NARIADENIE VLÁDY SR č. 389/2005 Z. z. o správnej farmárskej praxi
- ŽÁK, Š., MACÁK, M., HAŠANA, R. 2012. Influence of soil cultivation technologies and fertilisation on productivity and energy production of arable land crops. *Agriculture (Poľnohospodárstvo)*, 58, 25-33. DOI: 10.2478/V10207-012-0004-9
- ŽÁK, Š., HRČKOVÁ, K., HAŠANA, R. 2015. Zmeny vlhkosti spôsobené hnojením, osevným postupom a ročníkom. *Agrochémia*, 19.

Názov: Synergia prírodných ekosystémov v krajine
Editori: Dugátová Zuzana, Jančová Mariana
Autori: kolektív autorov
Typ publikácie: Zborník recenzovaných vedeckých prác
Vydavateľ: Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav
trávných porastov a horského poľnohospodárstva, Banská Bystrica
Rok vydania: 2021
Náklad: 60 ks
Počet strán: 142
Vydanie: prvé

ISBN 978-80-89800-19-3
EAN 9788089800193