

**Centrum výskumu rastlinnej výroby Piešťany**  
**Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva**  
**Banská Bystrica**



centrum výskumu rastlinnej výroby piešťany



**Obhospodarovanie trvalých trávnych porastov  
eliminujúce klimatickú zmenu  
a zabezpečujúce udržateľnosť porastov**

Metodická príručka

**Vladimíra Vargová, Zuzana Kováčiková, Milan Michalec**





# **Obhospodarovanie trvalých trávnych porastov eliminujúce klimatickú zmenu a zabezpečujúce udržateľnosť porastov**

Metodická príručka

**Vladimíra Vargová, Zuzana Kováčiková, Milan Michalec**

**Názov:** Obhospodarovanie trvalých trávnych poratov eliminujúce klimatickú zmenu a zabezpečujúce udržateľnosť porastov

**Autori:** Ing. Vladimíra Vargová, PhD.  
Ing. Zuzana Kováčiková, PhD.  
Ing. Milan Michalec, CSc.

**Recenzenti:** Ing. Alois Kohoutek, CSc.  
Ing. Václav Míka, DrSc.

**Vydal :** © CVRV – Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva Banská Bystrica

**ISBN 978-80-89417-52-0**

## **Obsah**

|                                                            |           |
|------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. Úvod</b>                                             | <b>4</b>  |
| <b>2. Prehľad súčasného stavu problematiky</b>             | <b>5</b>  |
| <b>3. Ciele a metodika riešenia</b>                        | <b>13</b> |
| 3.1 Charakteristika experimentálneho územia                | 13        |
| 3.2 Spôsob založenia pokusu                                | 16        |
| 3.3 Sledované parametre a analýzy                          | 17        |
| 3.4 Matematicko-štatistické hodnotenie výsledkov           | 18        |
| <b>4. Dosiahnuté výsledky</b>                              | <b>19</b> |
| 4.1 Hodnotenie floristického zloženia porastu              | 19        |
| 4.2. Produkcia sušiny                                      | 22        |
| 4.3 Produkčná účinnosť dodaných živín                      | 24        |
| 4.4 Organické a minerálne látky v sušine                   | 25        |
| 4.5 Agrochemické vlastnosti pôdy                           | 26        |
| 4.6 Porovnanie výsledkov z dlhodobých pokusov na Slovensku | 29        |
| <b>5. Závery</b>                                           | <b>33</b> |
| <b>6. Odporúčania</b>                                      | <b>35</b> |
| <b>7. Použitá literatúra</b>                               | <b>36</b> |

## 1. Úvod

V historickom vývoji sa trávne porasty buď rozšírili na úkor lesa z dôvodu potrieb poľnohospodára alebo patria k pôvodným rastlinným stanovištiam, ktoré v mnohých prípadoch dotvárajú ráz krajiny a sú ťažšie prístupné. Ich základnou funkciou je protierózna, retenčná a transformačná (usmerňujú zrážkovú vodu do podzemných odtokov). Významná je i krajinotvorná a estetická funkcia trávnych porastov.

Lúky a pasienky predstavujú na Slovensku najväčší zdroj objemových krmív s vysokým kŕmnym efektom na jednej strane a zároveň zohľadňujú najvhodnejšie obhospodarovanie pôdneho fondu. Poľnohospodárske využívanie trávnych porastov sa ukazuje z dlhodobého hľadiska najefektívnejšou a najekonomickejšou formou ich manažmentu.

Medzinárodné vedecké inštitúcie sa usilujú o záchranu vlhkých nížinných lúk. Naše dlhodobé výsledky poukazujú na možnosti ich hospodárskeho využitia (lacné a kvalitné objemové krmivá pre všetky polygastrické zvieratá). Pravidelnou exploatáciou týchto porastov sa môžu výrazne zmierniť dopady klimatickej zmeny a naplniť všetky mimoprodukčné funkcie lúk, ktoré výrazne prispievajú ku kvalite života obyvateľov Slovenska.

Produkčná účinnosť lúk a pasienkov sa dostatočne nevyužívala v minulosti, a ani v súčasnosti. Pritom sú charakteristické vysokou produkčnou schopnosťou, ktorá vyplýva z toho, že zmiešané spoločenstvo tráv, leguminóz a bylín komplexnejšie využíva pôdny priestor na príjem vody a živín. Využívajú aj nadzemný priestor pre zachytenie slnečnej energie, počas celého vegetačného a čiastočne i mimovegetačného obdobia.

Dôležitým faktorom, ktorý pôsobí viacerými smermi, je výživa. Hnojenie sa pokladá za najvýznamnejší pratotechnický zásah, ktorý ovplyvňuje výšku produkcie sušiny, kvalitu krmiva, spôsobuje zmeny vo floristickom zložení a v mačínovej pôde. Úroveň hnojenia významne ovplyvňuje druhové zloženie porastov a tým kvalitatívnu a kvantitatívnu stránku produkcie. Od pôvodného stavu trávneho porastu, zabezpečenia vodou, od poveternostných a pôdnych podmienok, ale aj aplikovaného manažmentu a dĺžky systematického hnojenia závisí úspech výživy.

## 2. Prehľad súčasného stavu problematiky

Trávne porasty (lúky a pasienky), pokrývajúce približne pätinu súše, sa formovali počas dlhodobého vývoja Zeme. Niektoré sú výsledkom prírodného vývoja, trvajúceho približne 30 - 55 miliónov rokov za spolupôsobenia nárastu globálnej aridity a koevolučného spolupôsobenia bylinožravých cicavcov (KELLOG, 2001; WOODWARD *et al.*, 2004, GIBSON, 2009; SECORD *et al.*, 2012). Sú to zložité, zmiešané a pestré spoločenstvá tráv, leguminóz a iných dvojklíčnolistových druhov rôznych čeľadí, ktoré vznikli samovoľným alebo umelým zatrávením na špecifických stanovištiach a udržuujú sa pravidelným využívaním. Zjednodušene možno povedať, že prirodzene prevládajú tam, kde je príliš sucho, príliš vlhko alebo inak nevhodné klimatické podmienky pre existenciu lesa. Zanedbávaním využívania trávnych porastov nastáva samozalesnenie, čo znamená, že trávne porasty vznikli predovšetkým činnosťou človeka (JANČOVIČ *et al.*, 2006; HOLÚBEK *et al.*, 2007). Trvalé trávne porasty predstavujú často jediný možný spôsob poľnohospodárskeho využitia pôdneho fondu, kde predstavujú významnú krmovinovú základňu pre prežúvavce. Predstavujú významný krajínotvorný prvok a v trvalo udržateľnom poľnohospodárstve majú nezastupiteľnú úlohu. V súvislosti s nárastom plôch TTP do popredia vystupujú viac otázky kvality ako ich produkcia (BUCHGRABER, 2005). JANČOVIČ *et al.* (2006) charakterizujú trávne porasty ako prírodné útvary zložitejších porastov tráv, leguminóz a ostatných dvojklíčnolistových bylinných druhov, spojené s abiotickým prostredím, vymedzeným najmä klimatickými, geologickými a pôdnymi činiteľmi. Prirodzený výber a koevolúcia lúčnych druhov rastlín a živočíchov vytvorili stabilné biocenózy, ktoré sú však svojou existenciou odkázané na človeka, ale vykazujú značnú homeostázu. Trávne porasty sú prvou ekologickou stabilizáciou pri odumieraní lesov a pri devastačnom účinku technickej činnosti v krajine.

V trávnom poraste prebiehajú neustále kvalitatívne a kvantitatívne zmeny. Trávny porast je výsledkom dynamického vývoja a reakcie na meniace sa podmienky prostredia a v nemalej miere aj na spôsob hnojenia (VYKOUKOVÁ a KROMKA, 1998). Druhovú diverzitu trávnych porastov je vzhľadom na premenlivosť priebehu poveternostných podmienok v jednotlivých rokoch významným zdrojom ich produkčnej stability. Dôležitým faktorom stability primárnej produkcie je kompenzačná funkcia druhov umožňujúca elimináciu vplyvov ekologických faktorov s vysokou variabilitou. Pri nízkej variabilite žiarenia a teploty a vysokej variabilite vodného faktora ( $V > 60$  %) bola variabilita produkcie iba 22 až 25 %. Úroveň variability dominantných druhov dosahuje až 77 %, pri ostatných trávnych druhoch až  $> 90$  % a pri bylinách 55 % (HRABĚ *et al.*, 2002; BUCHGRABER a GINDL, 2004). Výrazným stabilizačným prvkom trávneho spoločenstva, okrem druhovej diverzity, je podzemná biomasa. Stabilita produkcie vzrastá v priebehu sukcesie.

Prevažná časť výmery hospodársky využívaných trvalých trávnych porastov sa nachádza v menej priaznivých oblastiach, predovšetkým v horských a podhorských oblastiach (MICHALEC *et al.*, 2007). Hlavne menej intenzívne obhospodarované porasty môžu významne prispievať k uchovávaniu ekologickej stability a trvácnosti v krajine, k ochrane genofondu rastlinných a živočíšnych druhov. Spolu s faktormi stanovišťa, intenzita využívania vytvára konkrétny typ porastu charakteristický svojím botanickým zložením, produkciou a celkovým stavom porastu (KAŠPAROVÁ a ŠRÁMEK, 2006).

Trávny ekosystém je zložitý prírodný biotop, ktorý patrí k trvalým kultúram poľnohospodárskej pôdy s osobitými vlastnosťami, odlišnými od porastov poľných plodín, ale aj lesov. Má schopnosť fungovať v uzavretom kolobehu organickej hmoty, energie, minerálnych látok a vody za pomoci abiotických činiteľov prostredia, ale aj pravidelného každoročného využívania nadzemnej biomasy človekom (HOLÚBEK *et al.*, 2007).

Poloprírodné trávne porasty tvoria skupinu lúčnych a pasienkových prvkov v krajine. Druhotná (sekundárna) krajinná štruktúra vznikla pôsobením hospodárskej činnosti človeka na pôvodnú krajinu. Vo vidieckej krajine sú stabilizované antropickým stabilizačným tlakom, ktorý spočíva v eliminácii kompetičných druhov s vhodným prispôbením biotopu. Pretože je nutný vstup súboru aktivít do trávneho ekosystému (stabilizovanie antropickým tlakom), zaraďujeme využívané poloprírodné trávne ekosystémy medzi trávne agroekosystémy (NOVÁK, 2008). K stabilizácii antropickým tlakom ako riadenie týchto agroekosystémov patrí aj diferencované využívanie poloprírodných trávnych porastov.

Mokré lúky sú trvalé trávne porasty, ktoré vznikli ako súčasť tradičného nízko-intenzívneho hospodárenia (kosenie alebo pasenie) v nížinách a sú pravidelne zaplavované vodou. Bežne sa vyskytujú v nížinných riečnych údoliach (t.j. aluviálne lúky) alebo na morskom pobreží (pasené mokradiny). Európske nížinné lúky sú významným zdrojom biodiverzity, vyskytuje sa na nich mnoho vzácných druhov rastlín a živočíchov (RYCHNOVSKÁ, 1993; JAKRLOVÁ, 1975). Vďaka dobrému zásobeniu živinami a vodou sa jedná o jeden z našich najproduktívnejších ekosystémov. Ďalším faktorom je ich vysoká a pravidelná produktivita. Špeciálnym prípadom sú údolné lúky veľkých riek v nížine, kde je druhové bohatstvo dané takým súborom druhov, ktoré inde chýbajú. V posledných 50 rokoch však došlo v Európe k dramatickému zníženiu rozlohy a kvality týchto stanovišť, predovšetkým vďaka meliorácii a prechodu na intenzívny spôsob hospodárenia.

Funkcie údolných lúk v krajine (JOYCE, 1996):

- Lúky zadržujú vodu v krajine - rozlievanie vody pri záplavách tu nie je neškodné (na rozdiel od poľných kultúr, zástavby a pod.), ale je žiaduce. Tým lúky, ak sú v povodí dostatočne zastúpené, zmiernia a časovo rozložia povodňovú vlnu. Majú tak značný vodohospodársky význam.



- Údolné lúky majú značnú filtračnú schopnosť - vďaka vysokej produkcii, intenzívnej mikrobiálnej činnosti a rýchlemu obehu živín. Dôležitá je denitrifikácia.
- Kompaktná mačina a hustý koreňový systém podmieňujú vysokú protieróziu a pôdoochrannú funkciu lúk.
- Údolné lúky sú významným zdrojom biodiverzity mnohých organizmov a ich spoločenstiev. Bolo preukázané, že sú veľmi odolné voči všetkým poriečnym ekosystémom k invázii cudzích, často nežiaducich druhov. Tieto sa práve pozdĺž riek ľahko šíria.

V nížinných oblastiach s nadmorskou výškou okolo 200 až 350 m je terén prevažne rovinatý (60–80 %) so stupňom zornenia od 80 do 86 %. Intenzívne využitie pôd viedlo k vytváraniu väčších pôdnych celkov, zvyšovaním podielu obilnín a okopanín na úkor stabilizačných kultúr (trávne porasty, aluviálne lúky, viacročné krmoviny).

V roku 1995 sa konal na Biologickej fakulte Juhočeskej univerzity v Českých Budejoviciach seminár „Aluviálne lúky – ich súčasný stav a možnosti obnovy“, v rámci medzinárodného projektu Darwin Initiative (PRACH a STRAŠKRABOVÁ, 1996). Jednou z aktivít Iniciatívy Darwin je i projekt „Za záchranu vlhkých nížinných lúk“, ktorý bol zahájený v roku 1994. Úlohou projektu je študovať a prispievať k ochrane zostávajúcich hodnotných a zatiaľ nezničených údolných vlhkých lúk ako miest s vysokou druhovou diverzitou. Základným cieľom je zachytenie súčasného stavu zostávajúcich hodnotných komplexov nivných lúk, ich popis, zhromaždenie dostupných informácií o záujmových oblastiach a výskum vplyvov vedúcich k degradácii lúk, alebo naopak k ich obnove. Konferencia mala ukázať, že i cez značnú degradáciu aluviálnych lúk doposiaľ existujú možnosti pre ich pomerne jednoduchú a finančne nie príliš náročnú obnovu, aspoň v niektorých prípadoch.

Súčasný zmeny aluviálnych lúk sú ovplyvňované:

- poklesom intenzity obhospodarovania (kosenia) lúk začínajúcich v 50-tych rokoch až ponechaním ladom v súčasnej dobe, ktoré spôsobuje rozsiahle zmeny vegetácie,
- melioráciami, ktoré obmedzujú záplavy a znižujú množstvo sedimentu (v 60-tych rokoch bolo veľa aluviálnych lúk premenených na pole a sate lúky),
- rastom znečistenia záplavovej vody z hospodárstva v 70. a 80. rokoch a následným znížením v rokoch 90-tych.

Nakoľko aluviálne lúky v dnešnej dobe strácajú ekonomickú rolu, ich význam možno bude v budúcnosti obnovený. Vedľa ekonomickej dôležitosti sú aluviálne lúky významnou súčasťou krajiny i z hľadiska ochrany prírody a výskumu.

KVĚT (1996) uvádza, že všeobecné ekologické funkcie nivných lúk sa dajú odvodiť od základnej funkcie riečnej nivy. Niva ako geomorfologický útvar vzniká spätnou väzbou medzi vodným tokom a krajinou, ktorou tento tok preteká, a je výslednicou priestorovej a časovej premenlivosti eróznej a sedimentačnej činnosti rieky. Funkcia lúk v riečnych nivách je teda daná

predovšetkým prírodou, až potom človekom. Mnoho z týchto funkcií zdieľajú aj lúky s nivnými alebo lužnými lesmi. Jedna z hlavných funkcií lúčnej vegetácie v nivách je funkcia spevňujúca – protierózna a s tým súvisiace pôsobenie lúčneho priestoru na spomalenie vodného toku a zvýšenú sedimentáciu v dobe povodňovej. Nivné a lužné lesy plnia túto funkciu samozrejme taktiež, že korene tráv spevňujú nivnú pôdu silnejšie ako redšie, hoci hlbšie koreniace dreviny. Poslednou funkciou nivných lúk, je funkcia hydrologická. Každý porast s veľkou nadzemnou biomasou a odparujúcim povrchom, z ktorého prieduchmi uniká voda z rastlín do ovzdušia, i nivné lúky vypúšťajú do ovzdušia veľké objemy vodnej pary a prevádzajú tak vodu presakujúcu nivnú pôdu z toku (väčšinou podzemného) do vzdušných prúdov. V tzv. malom vodnom kolobehu je táto voda odnášaná často i ďaleko od nivy, zvlhčuje ovzdušie a tým pomáha vytvárať miestne zrážky.

Z výsledkov vyplýva, že primárna produkcia aluviálnych lúk ukazuje strmý pokles s ubúdaním celoročne dostupnej vody, a to ako v nadzemnej, tak i v podzemnej biomase. Výrazom plného využitia stanovených faktorov, je produktivita porastov, vyjadrujúca priemerný denný prírastok nadzemnej biomasy: mokraďové porasty  $10,12 \text{ g.m}^{-2}.\text{d}^{-1}$ ; zaplavovaný porast  $5,44 - 7,36 \text{ g.m}^{-2}.\text{d}^{-1}$ ; suchý však len  $3,06 \text{ g.m}^{-2}.\text{d}^{-1}$ . Efektivita využitia globálneho žiarenia potom klesla od 3,30 % u mokradných; cez 1,07 - 1,56 % u zaplavovaných spoločenstiev po 0,68 % u suchého porastu mimo dosah záplav. Záplavová voda prináša so sebou mnoho živín, ktoré aluviálne lúky asimilujú. Inkorporácia dusíka do nadzemnej i podzemnej biomasy bola zabezpečená v očakávanej sekvencii, pri ktorej mokraďový porast získal priemerne  $315 \text{ kg N.ha}^{-1}$  v nadzemnej i podzemnej biomase za rok.

Pedobiologické pochody reflektujú celý súbor stanovených podmienok. Vstupom do dekompozičného reťazca sú prevažne odumreté časti rastlín, označované ako odpad. Kosené lúky v záplavovom území poskytli každoročne rozkladačom až 1268 g odpadu (v sušine), zatiaľ čo mimo dosah záplav vstupuje do pôdotvorných procesov približne len polovica týchto zdrojov. U nezaplavovaných porastov nepresiahne spotreba vody 155 mm za rok. Dodatková vlaha v alúviu však dovoľuje rozvinúť plne produkčné procesy. Spotreba vody sa potom zvýši 3x, súbežne so zvýšenou produkciou. Maximálne zistený denný výdaj vody činil u bohato diverzifikovaného psiarkového porastu až 10,5 mm za deň, ktorý v tejto oblasti predstavuje významný klimatogénny faktor. Značný podiel transpirácie pripadá u tohto typu na byliny (RYCHNOVSKÁ, 1996).

Pre hospodárske využitie vyplýva ďalšia výhoda: úspora dodatkovej energie. Podľa prepočtu je na získanie 1 t sena potrebný vklad dodatkovej energie u mezofytných lúk 3,41 GJ, pričom u aluviálnych len 0,93 GJ. To znamená, že pri rovnakej produkcii spotrebuje aluviálna lúka štvrtinu dodatkovej energie v porovnaní s odvodneným drnovým fondom. Pre revitalizáciu vodných tokov i ich nivy, a tým i pre revitalizáciu celých povodí bude potrebné priblížiť sa pôvodnému rozsahu

a funkcií týchto nivných krajinných elementov. Bude teda potrebné revitalizovať aluviálne lesy a obnoviť aluviálne lúky.

JAKRLOVÁ (1996) uvádza, aký je vysoký produkčný význam aluviálnych lúk v porovnaní s lužnými lesmi danej oblasti. Ročný prírastok dreva je 8 až 10 plm, čo dokážeme odhadnúť na 800 až 900 g sušiny na 1 m<sup>2</sup> plochy porastu. Keď zvážime, že sa pri lesných porastoch na tvorbe produkcií podieľajú aj konáre a listy zo stromov, čo je vlastne zložka hospodársky nevyužiteľná, a ročná produkcia plošne najrozsiahlejšieho a súčasne hospodársky najvýznamnejšieho lúčneho typu je cez 940 g, tak to znamená, že výnos hospodársky zužitkovanej rastlinnej biomasy bol u lúk rovnaký, ak nie vyšší ako úroda jedného z najproduktívnejšieho typu porastu – lužného lesa. Aj napriek tomu boli biotopy v 70. rokoch zorané, neskôr čiastočne zastavané komunikáciami (diaľnica do Bratislavy) alebo sídlami.

Stanovenie biomasy koreňov je veľmi potrebné, pretože pri trávnych spoločenstvách väčšinu ich primárnej produkcie (60 – 90 %) tvoria korene a ostatné podzemné rastlinné orgány. Rozkladajúce sa odumreté korene obohacujú pôdu o organickú hmotu a výrazne ovplyvňujú kvalitu pôdy. Vytvorenie väčšieho množstva aktívnych koreňov (vrátane väčšieho množstva zásobných látok) znamená i väčšiu odolnosť porastov proti zmenám vonkajších podmienok, rôzne záťaže a pod. Zmeny v produkcii i celkovej zásobe podzemnej rastlinnej hmoty, ktoré môžu vplyvom vonkajších podmienok nastať, znamenajú, s ohľadom na ich významnú úlohu v ekosystéme, výrazný zásah do funkcie lúčnych porastov v krajine. Dostupné údaje o množstve podzemnej biomasy u trávnej vegetácie z našej oblasti sú veľmi variabilné. Všeobecne pri mezofytných lúkach sa podzemná biomasa pohybuje väčšinou medzi 0,19 až 2,0 kg.m<sup>-2</sup> hmotnosti sušiny. V lúkach suchých stanovišť boli zaznamenané i nižšie hodnoty (0,5 - 1,5 kg.m<sup>-2</sup>), ale i omnoho vyššie (takmer 3,0 kg.m<sup>-2</sup>). Najvyššie hodnoty boli zistené u vlhkých lúk (2,0 - 4,0 kg.m<sup>-2</sup>, niekedy i vyššie). Pomer živých koreňov vo všetkej podzemnej biomase kolísal najčastejšie medzi 20 – 70 % (FIALA, 1996). Obvykle nadbytok či nedostatok vody, kyslá pôdna reakcia a nedostatok živín bránia dekompozícii odumretých častí a zvyšujú celú podzemnú rastlinnú hmotu. Živinami bohaté stanovište (i intenzívne hnojenie) a časté kosenie znamenajú zníženie množstva koreňov. Vo väčšine štúdií je pomer hmotnosti koreňov a hmotnosti nadzemných častí (R/S pomer) stanovený na základe zistených hodnôt celej podzemnej biomasy (živých i mŕtvych rastlinných orgánov). Preto vzhľadom k pomalej dekompozícii a väčšej akumulácii nerozložených mŕtvych koreňov väčšinou na suchých alebo zamokrených stanovištiach, môžu byť stanovené pomery R/S vysoké (i cez 10). Intenzívne kosenie nehnojených lúk znamená výrazné zníženie podzemnej biomasy porastov (predovšetkým živých koreňov) a je vykonávané i zníženým obsahom organickej hmoty a dusíka vo vrchných vrstvách pôdy.

Niva však nie je homogénny celok – iné vlastnosti má pobrežná, stredná a podsvahová časť. To je dané ako erózne akumuláčnými procesmi v dobe záplav, tak vodným režimom a dynamikou živín v rôznych častiach nivy. Pre vyvinuté riečne nivy v českých územiach sa dá načrtnúť približne všeobecná schéma lúčnej vegetácie (BLAŽKOVÁ, 1996).

1. Pobrežné časti nivy, najčastejšie postihované záplavami (väčšinou každoročnými) máva najsilnejšie vrstvy sedimentov. Vodný režim je pomerne vyrovnaný, pôdy si udržujú priaznivú vlhkosť, ktorá však kolíše podľa stavu vody v toku. Erózia bráni súvislému lúčnemu porastu, zvlášť dobre odolávajúcemu i akumuláčnemu pôsobeniu záplav, ale taktiež veľmi efektívne využívajúceho ich blahodarného pôsobenia. Lúky v tejto časti nivy možno všeobecne označiť ako psiarkové (*Alopecuretum pratensis*, spoločenstvá zväzu *Cnidion*).
2. Stredná, vyššie položená časť nivy býva menej často postihovaná záplavami, sedimentácia nie je tak intenzívna, pôdy majú striedavý režim jarného prevlhčenia a letného presušenia. Stupeň premenlivosti zásobenia vodou avšak závisí i na fyzikálnych vlastnostiach pôdy. Podľa dynamiky vody a živín potom v tejto časti nivy vznikajú lúky zo zväzu *Milion* alebo *Arrhenatherion*. Niekedy je táto stredná časť nivy viacstupňová, a potom najvyšší stupeň býva výnimočne zaplavovaný a najviac vysychaný. Pretože je obyčajne z piesčitých sedimentov, máva extrémne kolísavý vodný režim a taktiež tomu odpovedajúce spoločenstvo špecifického druhového zloženia, často s prvkami subkontinentálneho rozlíšenia – *Cerastio Arvensi-Festucetum trachyphylae* v Polabí, *Potentillo albae-Festucetum rubrae* na Berounke.
3. Podsvahové znížneniny bývajú odlišené predovšetkým pri širokých nivách, kde dochádzalo pri divokom toku k vytváraniu bočných ramien. Tie potom po odstavení, zarastajú mokradnou vegetáciou alebo trstinou (*Magnocaricetalia*). Znížneniny nivy vznikajúce výmoľnou činnosťou povodňových prúdov, kde dochádza častejšie k zazemňovaniu ako k zarastaniu, osídľujú hlavne lesknícové alebo metlicové spoločenstvá (*Phalaridetum arundinaceae*, *Stellario-Deschampsietum*).
4. Priterasové (podsvahové) lemy nivy sytené bočným priesakom vody alebo na pramenných výveroch majú vyrovnaný vodný režim, bez výrazného kolísania vlhkosti ako je pre ostatnú časť nivy typické. Voda býva bohatá na minerálne látky, pôda je trvale vlhká. Tieto plochy hostia väčšinou spoločenstvá zväzu *Calthion*.

Popísané stupne nivy sa nemusia vyskytovať vždy všetky a v uvedenom slede. Niekedy je usporiadanie i celkom mozaikové, v závislosti na modelácii a dynamike príslušného nivného úseku. Príkladom môže byť pomerne zachovaný úsek širokej nivy na pravom brehu Labe, tesne pred sútokom s Vltavou u Mělníka, tzv. Kelštice.

GRULICH a DANIHELKA (1996) majú poznatky, že aluviálne lúky na južnej Morave sa floristicky i fytoocenologicky odlišujú od podobných typov vegetácie v Českej republike. Rozdiely vyplývajú z priamej súvislosti tohto územia s jadrom Panónie. Vývoj lúčnych spoločenstiev korešponduje so špecifickou genézou nív v posledných tisíc rokoch. V druhej polovici 20. storočia sa tempo zmien nivy dramaticky zvýšilo. Najzachovalejší komplex lúk doteraz existuje v niekdajšom pohraničnom pásme pri sútoku riek Morava a Dyje. Tu nájdeme reprezentatívnu škálu vegetačných typov od mokradných až po stepné. Regulácia riek viedla k eliminácii záplav, čo sa prejavuje jednak vyschnutím stanovišť, jednak zastavením prísunu živín (zastavená sedimentácia kalov).

ZELENÁ (1996) uvádza, že v časti horného toku Morava boli aluviálne lúky rozorané a nahradené rekultiváciami. V niektorých rekultivovaných trávnych porastoch bol zaznamenaný radikálny ústup zasiatych mezofytných druhov. Vďaka značnej vlhkosti stanovišťa začínajú dominovať pôvodné vlhkomilné druhy zväzu *Alopecurion*. Na týchto stanovištiach, pokiaľ bude zachovaný existujúci vodný režim, môže renaturalizácia prebiehať pomerne rýchlo. Na suchších stanovištiach sa vysiate druhové spoločenstvo redukuje a prevláda *Poa pratensis*. Vhodnou agrotechnikou je treba zabrániť ruderalizácii.

V práci KOUTECKEJ (1996) je uvedený prehľad rastlinných spoločenstiev lúk v časti Poodří, vrátane všetkej jej fytoocenologickej charakteristiky, zistených na základe prieskumu z rokov 1978 – 1979. Zhodnotený je i existujúci stav spoločenstiev. Plošný rozsah komplexu lúk v Poodří (cca 2000 ha) zostal viac-menej zachovaný, zhoršila sa však v mnohých prípadoch ich kvalita.

Problematika degradácie aluviálnych lúk Berounky bola sledovaná v rokoch 1988 – 1990. Hlavnými dôvodmi degradácie porastov sú intenzifikácia hospodárenia, zarastanie expanzívnymi dominantnými druhmi (*Phalaris arundinacea*, *Urtica dioica*, *Elytrigia repens*, *Calamagrostis epigeios*) a rekreačné aktivity. Všeobecne platí, že v poraste ponechanom ladom, dochádza ku zvýšeniu pôdnej vlhkosti a pórovitosti, rastie kyslosť pôdy, starina sa pomalšie rozkladá, zvyšuje sa C/N pomer, rastie pomer nadzemnej biomasy k podzemnej biomase. U niektorých typoch ladom ležiacich plôch dochádza k zvýšenému vyplavovaniu dusíkatých látok v dôsledku rozkladu stariny, a tým i následného obohacovania pôdy o živiny (BLAŽKOVÁ, 1996).

Inundačné územie Moravy (BANÁSOVÁ *et al.*, 1996) má významné postavenie v alúviách európskych nížinných vodných tokov. Lúčne biotopy určujú vysokú biologickú hodnotu alúvia Moravy a sú pre skúmané oblasti typické. Vďaka pravidelným záplavám, ktoré prinášajú vlahu a živiny, pestrému mikroreliefu, rôznorodým pôdam a doterajšiemu spôsobu obhospodarovania sa tu vyskytuje celá škála lúčnych spoločenstiev. Čím sú podmienky rôznorodejšie, tým je druhová pestrosť porastov väčšia. Na unikátne lúčne spoločenstvá sa viažu rôzne druhy živočíchov.

Podľa KRAHULCA (1996) sú aluviálne lúky mladým systémom, vzniknutým vplyvom záplav a pravidelným obhospodarovaním. Je preukázané, že lúky v celých povodniach sú stále sýtené diaspórami z existujúcich zostatkov lúk, a sú preto pri zachovaní záplav a obhospodarovaní schopné rýchlej regenerácie. Za prvoradú úlohu ochrany aluviálnych lúk je považovaná záchrana existujúcich spoločenstiev skôr než vytváranie spoločenstiev nových.

Pri rozhodovaní či obnovovať nívne lúky je dôležité vyhodnotiť, či je možné zabezpečiť aspoň príležitostné záplavy a pravidelné obhospodarovanie. Naopak, udržanie týchto zostatkov lúk v povodiach jednotlivých riek, ktoré majú zachované druhové zloženie, je dôležité pre dosycovanie spoločenstiev po prúde rieky diaspórami. Pri umelom dosievaní tieto zostatky lúk môžu slúžiť ako zdroj semenného materiálu. V každom prípade by mala byť rešpektovaná svojbytnosť druhového zloženia nív jednotlivých riek. Pri obnove kosenia sú obvykle schopné regenerácie. Dokonca i živinami silne zásobené porasty s dominanciou *Urtica dioica* sú pri kosení schopné regenerovať. Iným prípadom sú potom porasty s prítomnosťou niektorej agresívnej buriny vzniknutej intenzívnym prehnojením v nedávnej minulosti. Dynamika v povodiach riek je dostatočnou zárukou pre prirodzené šírenie druhov tvoriacich tieto spoločenstvá. Aluviálne lúky sú spoločenstvá podmienené určitou ľudskou činnosťou: pokiaľ táto činnosť bude iná, bude i zloženie lúk iné.

### 3. Ciele a metodika riešenia

Cieľom úlohy bolo zistiť zmierňovanie dopadov klimatickej zmeny dlhodobým sledovaním aplikácie rozdielnych dávok N ( $0 - 200 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) a dvoch pomerov NPK živín ( $1 : 0,3 : 0,8$  a  $1 : 0,15 : 0,4$ ) pri troch exploataciách za každé vegetačné obdobie. Sledoval sa vplyv hnojenia na floristické zloženie, zapojenosť porastu, produkciu, kvalitu a na vlastnosti pôdy poloprírodného trávneho porastu.

#### 3.1 Charakteristika experimentálneho územia

##### Orografické pomery

Pokusné stanovište Veľká Lúka je zemepisne charakterizované údajmi: severná šírka  $48^{\circ}37'47''$  a východná dĺžka  $19^{\circ}10'5''$ . Nachádza sa v západnej časti Zvolenskej kotliny, v ochrannom pásme kúpeľov Sliač, v nadmorskej výške 350 m. Sever katastrálneho územia tvorí časť hranice zvolenského a banskobystrického okresu. Pokusné stanovište sa nachádza severozápadne od intravilánu obce Veľká Lúka.

##### Pedologická charakteristika územia

Edafické pomery stanovišťa: geologický substrát - aluviálne naplaveniny, pôdny typ - fluvizem a pôdny druh - hlinitý. Fluvizeme majú ochrnický nivný A - horizont, sú prevažne slabo kyslé, zrnitostne stredne ťažké, prevažne hlboké až stredne hlboké. Hladina podzemnej vody, ktorá ovplyvňuje pôdotvorné procesy, kolíše v závislosti od stavu vody v toku. V jarnom období je hladina bližšie k povrchu pôdy, prípadne je zaplavená. Koncom leta a na jeseň môže byť v hĺbke až dva metre pod povrchom.

V roku 1961, pri založení pokusu bola výmenná pôdna reakcia na úrovni 6,03. Obsah rastlinám prístupného fosforu bol  $6,16 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  a draslíka  $96,60 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ . Množstvo humusu v pôde dosahovalo úroveň  $33,3 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ .

Agrochemické vlastnosti pôdy pred založením pokusu sú uvedené v tabuľke 1.

Tabuľka 1 Agrochemické vlastnosti pôdy na stanovišti Veľká Lúka pred založením pokusu  
(rok 1961)

| pH/ KCl<br>pH | Humus<br>$\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ | P<br>$\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ | K<br>$\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ |
|---------------|------------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| 6,03          | 33,3                                     | 6,16                                  | 96,60                                 |

### Hydrologické pomery

Stanovište patrí do povodia rieky Hron. Obcou preteká potok Lukavica, ktorý pramení v Dolnej Mičinej a vlieva sa do Hrona. Povodie zaberá 35,87 km<sup>2</sup>. Odtokové pomery sú priaznivé, čo je spôsobené zrnitosným zložením pôdneho profilu, ktorý umožňuje rýchle odtekanie prebytočnej vody. Preto je akumulácia vody v pôde nízka a rozhodujúcim faktorom produkcie nadzemnej hmoty sú atmosférické zrážky.

### Agroklimatická charakteristika územia

Územie je zaradené do agroklimatickej makrooblasti mierne teplej, oblasti pomerne teplej, podoblasti mierne suchej a okrsku s mierne chladnou zimou. Dlhodobý priemer zrážok za vegetáciu je 424 mm a za rok 757 mm. Priemerná denná teplota vzduchu za rok je 8,3 °C a počas vegetačného obdobia 14,6 °C. Charakteristika poveternostných podmienok je uvedená v tabuľke 2 a 3.

Tabuľka 2 Priemerné úhrny zrážok (mm) na stanovišti Veľká Lúka

| Rok  | I.  | II. | III. | IV. | V.  | VI. | VII. | VIII. | IX. | X.  | XI. | XII. | IV.-<br>IX. | I.-<br>XII. |
|------|-----|-----|------|-----|-----|-----|------|-------|-----|-----|-----|------|-------------|-------------|
| 2010 | 67  | 48  | 21   | 62  | 152 | 171 | 93   | 118   | 115 | 36  | 131 | 60   | 711         | 1074        |
| 2011 | 21  | 11  | 53   | 25  | 30  | 149 | 143  | 25    | 5   | 18  | 1   | 63   | 377         | 544         |
| 2012 | 58  | 18  | 2    | 47  | 147 | 99  | 108  | 10    | 37  | 134 | 53  | 49   | 448         | 762         |
| 2013 | 131 | 80  | 119  | 29  | 156 | 103 | 13   | 101   | 49  | 30  | 81  | 22   | 451         | 914         |

Tabuľka 3 Priemerné mesačné teploty vzduchu (°C) na stanovišti Veľká Lúka

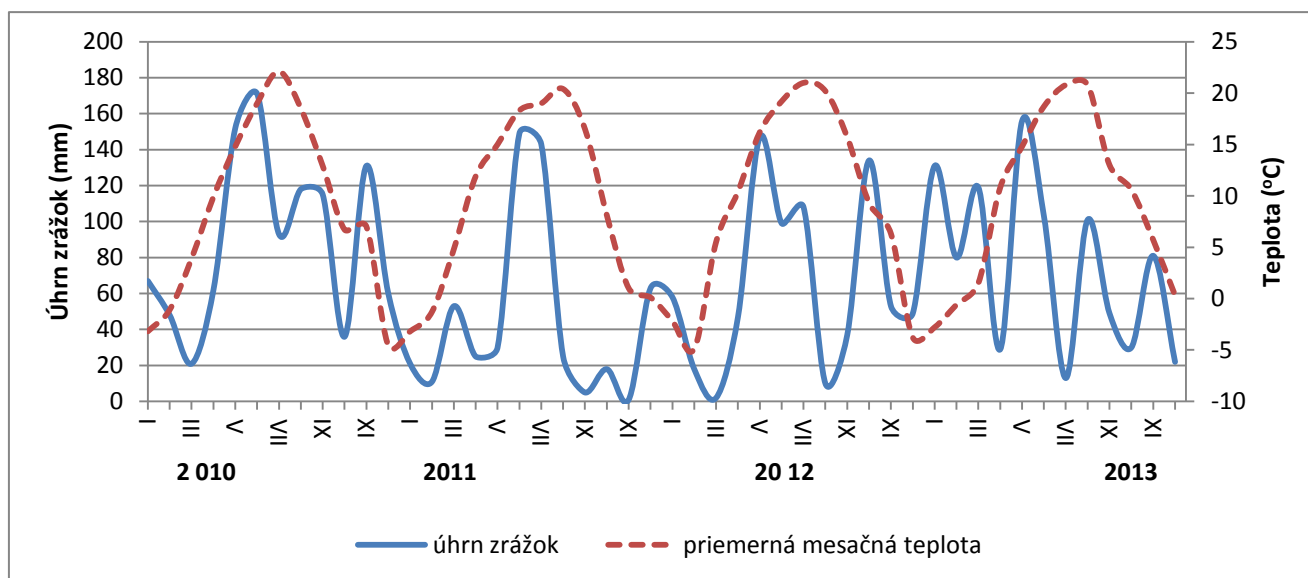
| Rok  | I.   | II.  | III. | IV.  | V.   | VI.  | VII. | VIII. | IX.  | X.   | XI. | XII. | IV.-<br>IX. | I.-<br>XII. |
|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|-----|------|-------------|-------------|
| 2010 | -3,2 | -1,1 | 3,9  | 9,9  | 14,8 | 19,0 | 22,1 | 18,5  | 12,9 | 6,7  | 7,0 | -4,6 | 16,2        | 8,9         |
| 2011 | -3,2 | -1,3 | 4,8  | 11,9 | 15,0 | 18,3 | 19,0 | 20,4  | 16,5 | 8,1  | 1,0 | 0,1  | 16,9        | 9,2         |
| 2012 | -2,2 | -4,9 | 5,5  | 10,4 | 16,2 | 19,2 | 21,0 | 20,2  | 15,7 | 9,3  | 6,3 | -3,8 | 17,1        | 9,4         |
| 2013 | -2,8 | -0,6 | 1,5  | 10,8 | 14,8 | 18,7 | 20,8 | 20,8  | 13,0 | 10,6 | 5,7 | 0,3  | 16,5        | 9,5         |

Rok 2010 bol vlhkostne nadnormál a počas vegetačného obdobia bol úhrn zrážok o 260 mm vyšší oproti roku 2013 (Tab. 2). Najnižší úhrn zrážok bol v roku 2011 (377 mm). Najvyššie množstvo zrážok v roku 2010 sa zaznamenalo v júli (171 mm) a v máji (152 mm) a v roku 2011 v júni a júli (149 a 143 mm). Jarné a jesenné mesiace roku 2011, jarné a letné mesiace roku 2012



a jesenné mesiace roku 2013 boli charakteristické najnižšími úhrnmi zrážok (Obrázok 1). Walterov klimatogram poukazuje na obdobie kedy teploty dominovali nad zrážkami. Krivka úhrnu klesla pod krivku priemerných denných teplôt. Priemerná teplota vzduchu v roku 2013 počas vegetačného obdobia bola vyššia o 0,3 °C ako v roku 2010 (Tab. 3). Najvyššia priemerná teplota vzduchu bola v roku 2012 a to 17,1 °C.

Obrázok 1 Walterov klimatogram za roky 2010 -2013



### Fytocenologická charakteristika územia

Pôvodný trávny porast tvorí asociácia *Alopecuretum pratensis*. V Katalógu biotopov Slovenska (STANOVÁ a VALACHOVIČ, 2002) je fytocenologický zväz *Alopecurion pratensis* Passarge 1964: *Alopecuretum pratensis* Steffen 1931, spoločenstvo s *Festuca pratensis* Huds., charakterizovaný ako dvoj- až trojkosné, striedavo vlhké lúky v krátkodobu zaplavovaných alúviách menších riek a potokov, v podmáčaných terénnych depresiách nížin až podhorského stupňa. Porasty sú bujné, druhovo pomerne chudobné, charakteristické spoločným výskytom vlhkomilných a suchomilných druhov. Prevládajú vysoké trávy *Alopecurus pratensis* L. a na suchších stanovištiach *Festuca pratensis* Huds., *Festuca rubra* L.

Z hlavných floristických skupín v pôvodnom trávnom poraste v roku 1961 na nehnosenom variante dominovali trávy (63 %), z nich *Poa pratensis* L. zaberala 24 %, *Alopecurus pratensis* L. 7 %, *Festuca pratensis* Huds. 5 % a *Deschampsia caespitosa* (L). P. Beauv. 14 %. Prítomnosť leguminóz dosahovala 22 % - nú pokryvnosť. Z tejto floristickej skupiny dominovali *Trifolium pratense* L. 10 % a *Trifolium repens* L. 9 %. Prezencia ostatných lúčnych bylín tvorila najmenší,

15 %, podiel z hlavných floristických skupín. Druh *Taraxacum officinale* auct. non Weber. zaberal 7 %.

### 3.2 Spôsob založenia pokusu

Experimentálny pokus bol založený v roku 1961 metódou znáhodnených blokov v štyroch opakovaníach s veľkosťou pokusnej parcely 32 m<sup>2</sup> (8 × 4 m). Metodika riešenia pokusu sa od roku založenia nemenila. Aplikáciu a dávkovanie živín uvádzame v tabuľke 4. Dusík sa aplikoval vo forme liadku amónneho s vápencom (27,5 % N), fosfor vo forme hyperkornu (28,5 % P) a draslík vo forme draselnej soli (52,23 % K). Fosfor a draslík boli dodávané v celej dávke na začiatku vegetačného obdobia. Dávka dusíka bola delená na dve časti, 65 % z celkového množstva bolo dodané na jar (začiatok vegetačného obdobia) a 35 % po prvej kosbe.

#### Schéma plánu pokusu

|   |    |   |   |    |   |   |    |   |    |   |
|---|----|---|---|----|---|---|----|---|----|---|
| 8 | 7  | 6 | 5 | 4  |   | 3 | 1  | 2 | 10 | 9 |
|   | 3  | 1 | 2 | 10 | 9 | 8 | 7  | 6 | 5  | 4 |
| 6 | 5  | 4 |   | 3  | 1 | 2 | 10 | 9 | 8  | 7 |
| 2 | 10 | 9 | 8 | 7  | 6 | 5 | 4  |   | 3  | 1 |

(veľkosť pokusnej parcely je 32 m<sup>2</sup>)

Tabuľka 4 Variantné riešenie pokusu

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

#### Termíny kosieb :

1. kosba - začiatok klasenia prevládajúcich druhov tráv
2. kosba - cca 6-8 týždňov po 1. kosbe
3. kosba - cca 8-10 týždňov po 2. kosbe

### 3.3 Sledované parametre a analýzy

#### Floristické zloženie trávneho porastu

Floristické zloženie a zapojenosť porastu sme určili pred každou kosbou metódou redukovanej projektívnej dominancie podľa REGALA (1956) - sledovali sa floristické skupiny tráv, leguminóz, ostatných bylín a prázdne miesta. V každej floristickej skupiny sa určili všetky druhy prítomné v poraste.

#### Produkčná schopnosť trávneho porastu, chemické zloženie sušiny a produkčná účinnosť živín

Stanovenie primárnej produkcie bolo založené na určení hmotnosti skosenej zelenej fytomasy na zberovej parcele a určením koncentrácie sušiny v nadzemnej fytomase, čo umožnilo stanoviť produkciu. V každej kosbe sa odobralo 0,50 kg zelenej hmoty do organitínových vreciek, z každého zo štyroch opakovaní na jednotlivých variantoch. Vzorky sa sušili pri teplote 65 °C. Po vysušení sa vzorky nechali vychladnúť, odvážili sa a to tak, že sa hmotnosť vreciek vyvažovala prázdnyimi vreckami, aby sme dostali čistú hmotnosť usušenej hmoty. Po vysušení a zomletí sa vzorky z jednotlivých opakovaní zmiešali a zhomogenizovali. Z takto pripravenej hmoty sa odobrala priemerná vzorka na stanovenie množstva organických látok, minerálnych živín a sušiny.

#### Produkčná účinnosť (PÚ) dodaných živín na 1 kg NPK

$$PÚ = \frac{\text{úroda hnojeného porastu} - \text{úroda nehnojeného porastu}}{\text{dávka NPK}}$$

#### Obsah minerálnych prvkov a organických látok v sušine

Z odobratých vzoriek bola stanovená koncentrácia nasledovných prvkov a organických látok ( $\text{g.kg}^{-1}$ ):

- dusík – Kjeldahlovou metódou,
- koncentrácia dusíkatých látok (NL) podľa vzťahu  $NL = N \times 6,25$
- fosfor – fotometricky spektrálnym kolorimetrom
- draslík a sodík – plameňometricky plameňovým fotometrom
- vápnik a horčík – titračne chelatometricky (komplexometricky)
- vlákna – Henneberg – Stohmanovou metódou

### Agrochemické vlastnosti pôdy

Na analýzu pôdných vzoriek sa odoberali vzorky zo všetkých opakovaní z hĺbky 0-150 mm v jesennom období sledovaných rokov 2010, 2011, 2012 a 2013. Odoberaté vzorky pôdy sa vysušili na vzduchu v laboratórnej miestnosti. Ďalšou manipuláciou bola príprava jemnozeme preosiatím na sitách s priemerom 2 mm.

Z odoberatých pôdných vzoriek sa robili nasledovné stanovenia (KRAJČOVIČ *et al.*, 1997):

- pH – výmenná pôdna reakcia v KCl
- celkový dusík – Kjeldahlovou metódou (v g.kg<sup>-1</sup>)
- fosfor – Egnerovou metódou pomocou spektrálneho kolorimetra (v mg.kg<sup>-1</sup>), od r. 2002 Mehlich III
- draslík – Schachtschabelovou metódou na plameňovom fotometri (v mg.kg<sup>-1</sup>), od r. 2002 Mehlich III
- horčík – atómovou absorbčnou spektrofotometriou na plameňovom absorbčnom spektrofotometri (v mg.kg<sup>-1</sup>), od roku 2002 Mehlich III
- humus – titračne podľa Ľjurina zo vzťahu  $H_m = C_{ox} \times 1,724$  (v g.kg<sup>-1</sup>)
- na základe koncentrácie oxidovateľného uhlíka a celkového dusíka sa vypočítal pomer C : N

### **3.4 Matematicko - štatistické hodnotenie výsledkov**

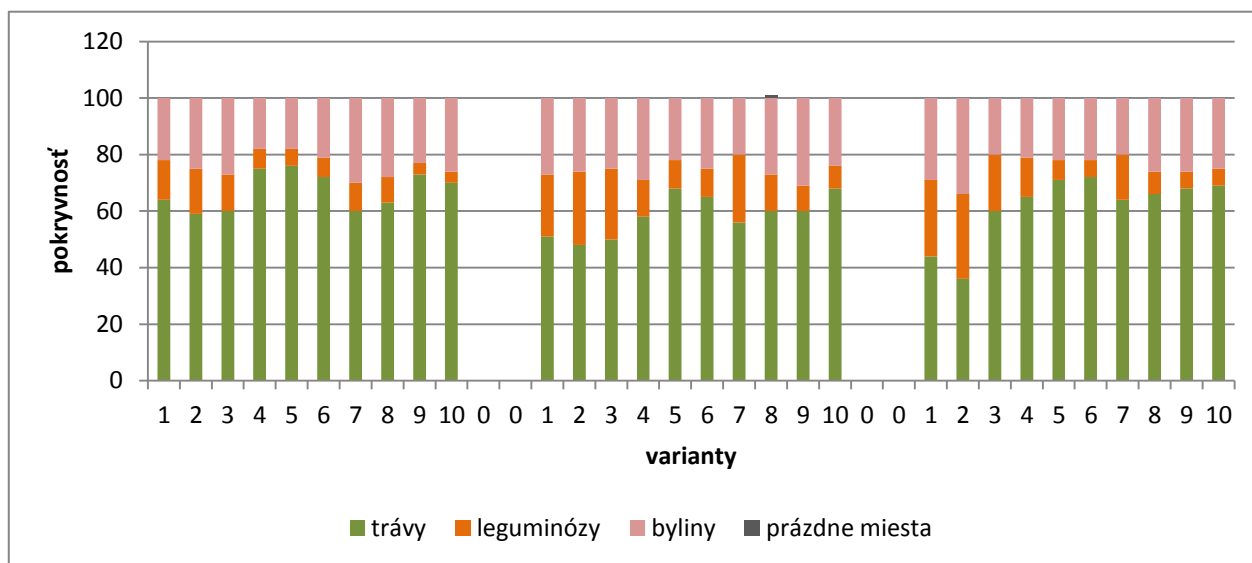
Pre zhodnotenie výsledkov bola použitá viacfaktorová analýza rozptylu s overením hodnovernosti rozdielov Tukeyovým HSD - testom pri hladine pravdepodobnosti (P=0,05) v programe STATGRAPHIC verzia 5.1.

## 4. Dosiahnuté výsledky

### 4.1 Hodnotenie floristického zloženia porastu

Botanické zloženie porastu sme hodnotili metódou projektívnej dominancie pred každou kosbou. Vplyvom rôznych dávok hnojenia, poveternostných podmienok a využívania sa mení floristické zloženie trávneho porastu (KOVÁČIKOVÁ, 2012). Prvú kosbu sme uskutočnili na začiatku klasenia prevládajúcich druhov tráv. Vplyvom stúpajúcej dávky dusíka sa zvýšil podiel tráv vo všetkých variantoch v roku 2010 najmä na variante 5 (76 %) a v rokoch 2011 a 2012 na variante 6 (77 a 84 %) v porovnaní s nehnojenou kontrolou (64 – 66 %). V priebehu sledovaného obdobia sa na variante 2 zistil 11 % - ný nárast (rok 2011). Najvýraznejšie zvýšenie trávnej zložky sa zaznamenalo v roku 2012 na variantoch s pomerom živín 1 : 0,3 : 0,8 a na variantoch 9 a 10 s pomerom živín 1 : 0,15 : 0,4. Rovnaké zvýšenie tráv bolo aj v roku 2013 (Obr. 2 -5).

Obrázok 2 Pokryvnosť agrobotanických skupín v jednotlivých kosbách v roku 2010

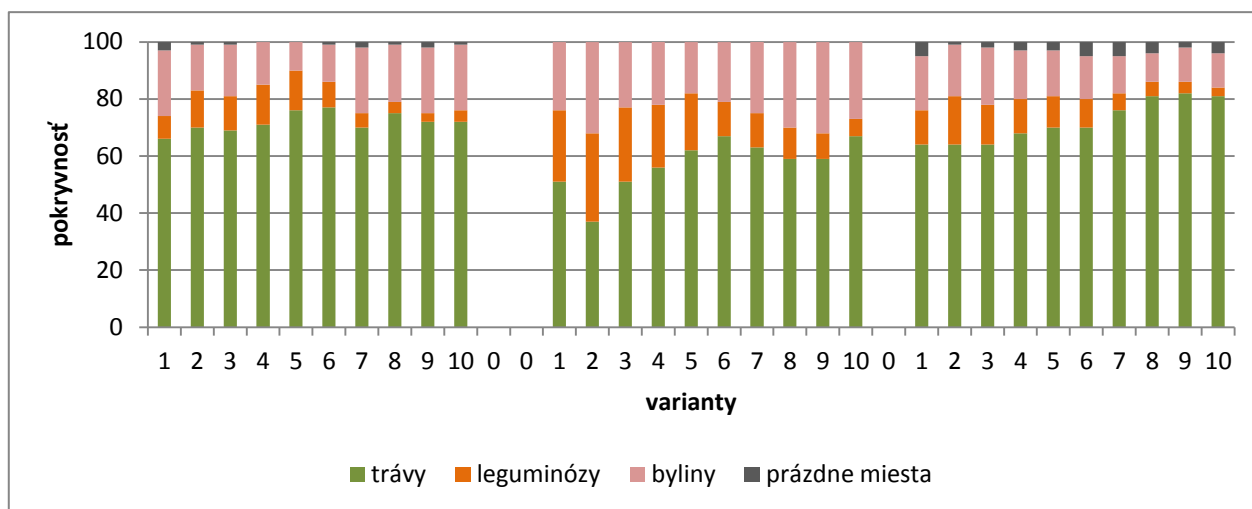


Z agrobotanickej skupiny tráv v prvých kosbách dominovala *Anthoxanthum odoratum* L. s najvyššou pokryvnosťou na variante 1 (15 % - 25 %) a na variante 2 (25 %). Ďalšími druhmi prítomnými v poraste boli *Arrhenatherum elatius* L., *Fetuca pratensis* Huds., *Poa pratensis* L., *Agrostis stolonifera* L. Na variantoch s pomerom živín 1 : 0,3 : 0,8 sa zistila vyššia prezencia *Poa pratensis* L., *Anthoxanthum odoratum* L. a *Arrhenatherum elatius* L. V roku 2012 dominovali na variantoch s pomerom živín 1 : 0,15 : 0,4 *Agrostis stolonifera* L. a *Poa pratensis* L. a v roku 2013 bola tendencia opačná. FIALA (2002), KAŠPAROVÁ a ŠRÁMEK (2006), JANČOVIČ *et al.* (2007), GAISLER (2007), ODSTRČILOVÁ (2007) a iní konštatujú, že systematické hnojenie vyššími dávkami dusíka postupne vedie k vytvoreniu zjednodušených trávnych spoločenstiev.

Zastúpenie leguminózných druhov sa v priebehu rokov znížilo. Najvýraznejší pokles na všetkých variantoch bol v roku 2012 a 2013. Na variante 2 sa znížil podiel leguminóz o 10 % a na variante 1 o 8 % oproti prvému roku. Dominoval *Trifolium pratense* L. na variantoch 3 až 6 s pomerom živín 1 : 0,3 : 0,8. Floristická skupiny bylín počas daného obdobia postupne klesala, najviac v roku 2013 na variantoch s pomerom živín 1 : 0,15 : 0,4. V poraste dominovali *Leontodon hispidus* L., *Achillea millefolium* L. FOLKMAN (1981) konštatuje, že na trávnom poraste je bylinná zložka dosť prispôsobivá dávkam dusíka a mierne ustupuje až pri dávke 300 kg N.ha<sup>-1</sup>. Podiel prázdnych miest sa zvýšil v roku 2012 najmä na variante 1 a 2 a variantoch s pomerom živín 1 : 0,15 : 0,4.

Vo všetkých variantoch v druhých kosbách sa v priebehu sledovaného obdobia znížila pokryvnosť agrobotanickej skupiny tráv a bylín a zvýšil sa podiel leguminóz. Najvyššie zastúpenie leguminóz bolo v roku 2011 a 2013 na nehnojenom a PK hnojenom variante. Výraznejšie zvýšenie podielu leguminóz sa zistilo na variantoch s pomerom 1 : 0,3 : 0,8 v porovnaní s pomerom 1 : 0,15 : 0,4. Pokryvnosť *Trifolium pratense* L. a *Trifolium repens* L. sa smerom k druhej kosbe zvyšovala. Výraznejšie zvýšenie *Trifolium repens* L. sa zaznamenalo na variantoch 1 – 4.

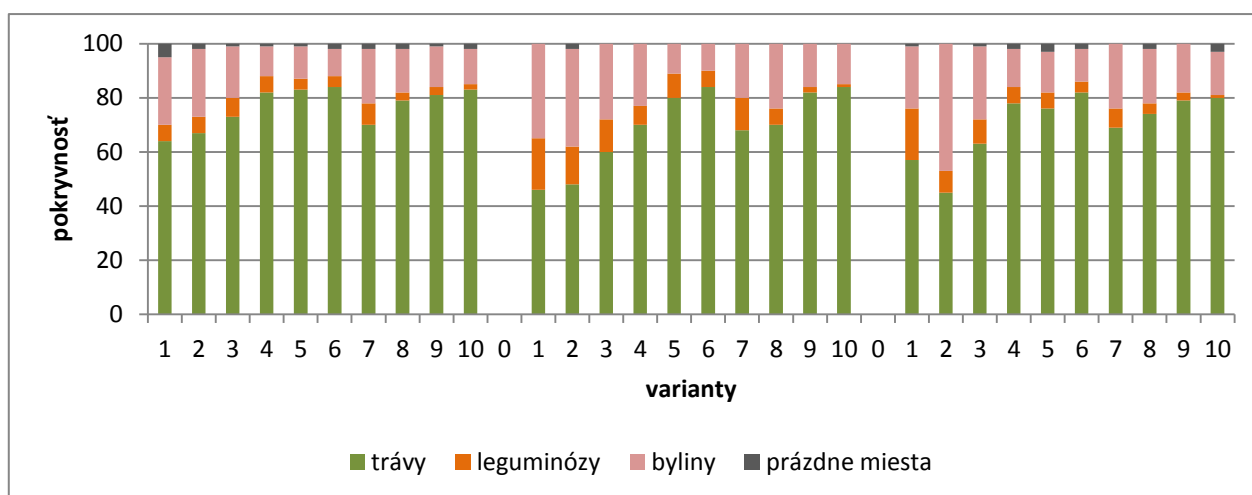
Obrázok 3 Pokryvnosť agrobotanických skupín v jednotlivých kosbách v roku 2011



V roku 2011 v druhej kosbe klesla prezencia ostatných lúčnych bylín takmer na všetkých variantoch, výnimku tvorili varianty s pomerom živín 1 : 0,15 : 0,4. Najvyššia pokryvnosť bylín v roku 2012 (35 a 36 %) a v roku 2013 (44 a 32 %) bola na variantoch 1, 2. Na všetkých hnojených variantoch s pomerom živín 1 : 0,3 : 0,8 a 1 : 0,15 : 0,4 nastal pokles bylín. Z bylinných druhov v poraste prevládali *Leontodon hispidus* L. najmä v roku 2012 na variante 2 (22 %), *Plantago lanceolata* L. a *Daucus carota* L. V roku 2010 bol zvýšený výskyt *Echinochloa crus-galli* (L.) Pal. Beauv. na všetkých variantoch, hlavne na variante 3 a 6 (4 %, 5 %). V ďalších rokoch sa tento druh už neobjavil.

Vplyvom využívania porastu a rôznych dávok hnojenia zo sledovania dlhodobých pokusov vyplýva znižovanie podielu tráv v druhej kosbe a ich postupným zvyšovaním v tretej kosbe, uvedené súhlasí výsledkami v rokoch 2006 – 2009 (VARGOVÁ *et al.*, 2012). Z trávnych druhov v poraste dominovali *Arrhenatherum elatius* L., *Festuca rubra* L., *Poa pratensis* L., *Trisetum flavescens* L. a *Agrostis stolonifera* L. Na variante 1 a 2 bolo najvyššie zastúpenie *Festuca rubra* L. a *Poa pratensis* L. HONSOVÁ *et al.* (2007) uvádza pozitívnu reakciu *Poa pratensis* L. na vysoké dávky dusíka. K rovnakým záverom dospeli aj ODSTRČILOVÁ *et al.* (2010) vo Vyskej nad Jizerou pri všetkých frekvenciách kosieb. Vyššiu pokryvnosť *Arrhenatherum elatius* L. sme zaznamenali na variantoch s pomerom živín 1 : 0,3 : 0,8 v rokoch 2010, 2011 a 2013. V roku 2012 bol jeho vyšší podiel (22 – 28 %) na variantoch 8 až 10 s pomerom živín 1 : 0,15 : 0,4.

Obrázok 4 Pokryvnosť agrobotanických skupín (%) v jednotlivých kosbách v roku 2012

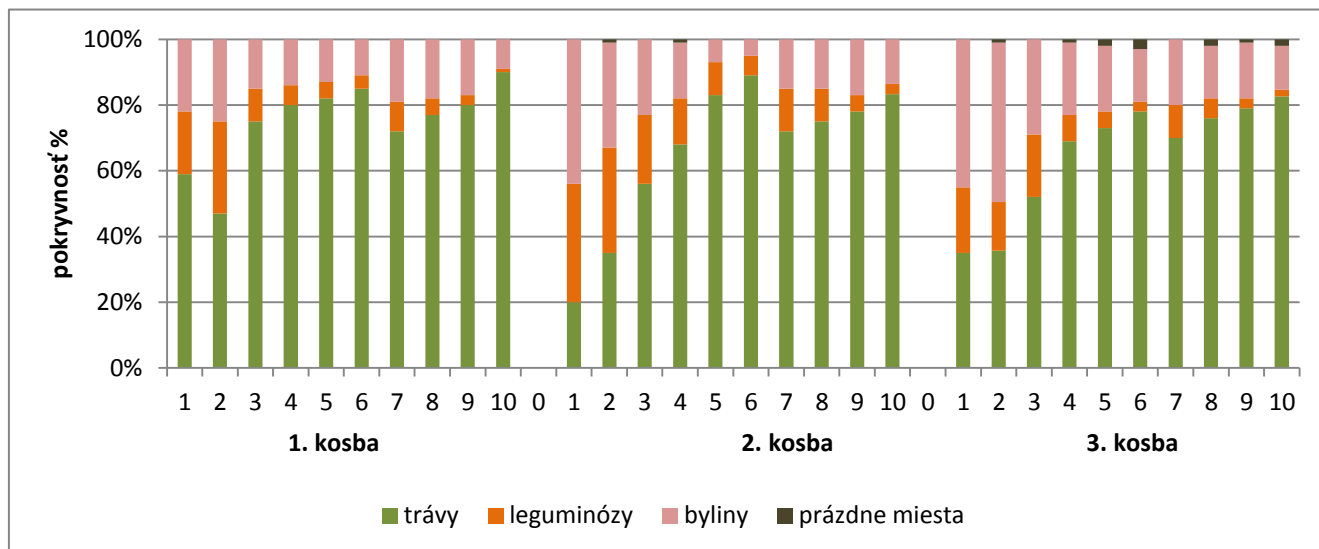


Podiel trávnych druhov v tretej kosbe sa zvýšil na všetkých variantoch. V roku 2011 na variantoch s pomerom živín 1 : 0,15 : 0,4 (varianty 7 – 10) stúplo zastúpenie tráv výraznejšie ako na variantoch s pomerom živín 1 : 0,3 : 0,8. V ďalších rokoch nastalo zvýšenie trávnej zložky na variantoch s pomerom 1 : 0,3 : 0,8. Najvyššia pokryvnosť sa zistila na variante 6 (82 %). Z agrobotanickej skupiny tráv dominovala *Arrhenatherum elatius* L., ktorá mala vyššie zastúpenie na variantoch s pomerom živín 1 : 0,3 : 0,8 (14 - 18 %). Varianty s pomerom živín 1 : 0,3 : 0,8 mali aj vyššiu pokryvnosť *Festuca rubra* L. a *Trisetum flavescens* L. Zvyšovanie pokryvnosti *Festuca rubra* L. v dlhodobom pokuse uvádzajú aj MRKVIČKA a VESELÁ (2007). Dominancia *Agrostis stolonifera* L. bola na variantoch 7 až 9 s pomerom živín 1 : 0,15 : 0,4.

Podiel leguminózných druhov sa znížil v tretej kosbe, najvýraznejší pokles bol v roku 2012. V nasledujúcom roku ich pokryvnosť mierne stúpila. Vplyvom stúpajúcej dávky dusíka s pomerom živín 1 : 0,15 : 0,4 sa znižovala prezencia leguminóz na 1 – 7 %, podobne ako to uvádza VOZÁR (2009). HOLÚBEK *et al.* (2007) uvádza, že leguminózy sú menej trvácne a ich podiel je menlivý.

Najvyššia pokryvnosť sa zaznamenala v roku 2010 na variante 2 (34 %) a na variante 1 (29 %). V poraste dominovala *Trifolium pratense* L., s najvyšším výskytom (20 % rok 2010 a 12 % rok 2013) na variante 3.

Obrázok 4 Pokryvnosť agrobotanických skupín (%) v jednotlivých kosbách v roku 2013



JANČOVIČ, VOZÁR a BAČOVÁ (2009) uvádzajú zníženie podielu ostatných lúčnych bylín v tretej kosbe v dôsledku negatívnej reakcie bylín na akumuláciu nitrátov v pôde, čo potvrdili aj naše závery. V poslednej kosbe sa najvyššia pokryvnosť bylín zistila v roku 2013 na variante 2, a to 49 %. Vyššie zastúpenie sa zaznamenalo na variantoch 7 – 10 s pomerom živín 1 : 0,15 : 0,4 ako na variantoch s druhým pomerom živín. V roku 2013 nastal opačný jav. V poraste sa vyskytovali *Leontodon hispidus* L. a *Daucus carota* L. Podiel prázdnych miest počas sledovaného obdobia mierne stúpal, najvyšší bol v roku 2011 na variantoch s pomerom živín 1 : 0,15 : 0,4.

## 4.2 Produkcia sušiny

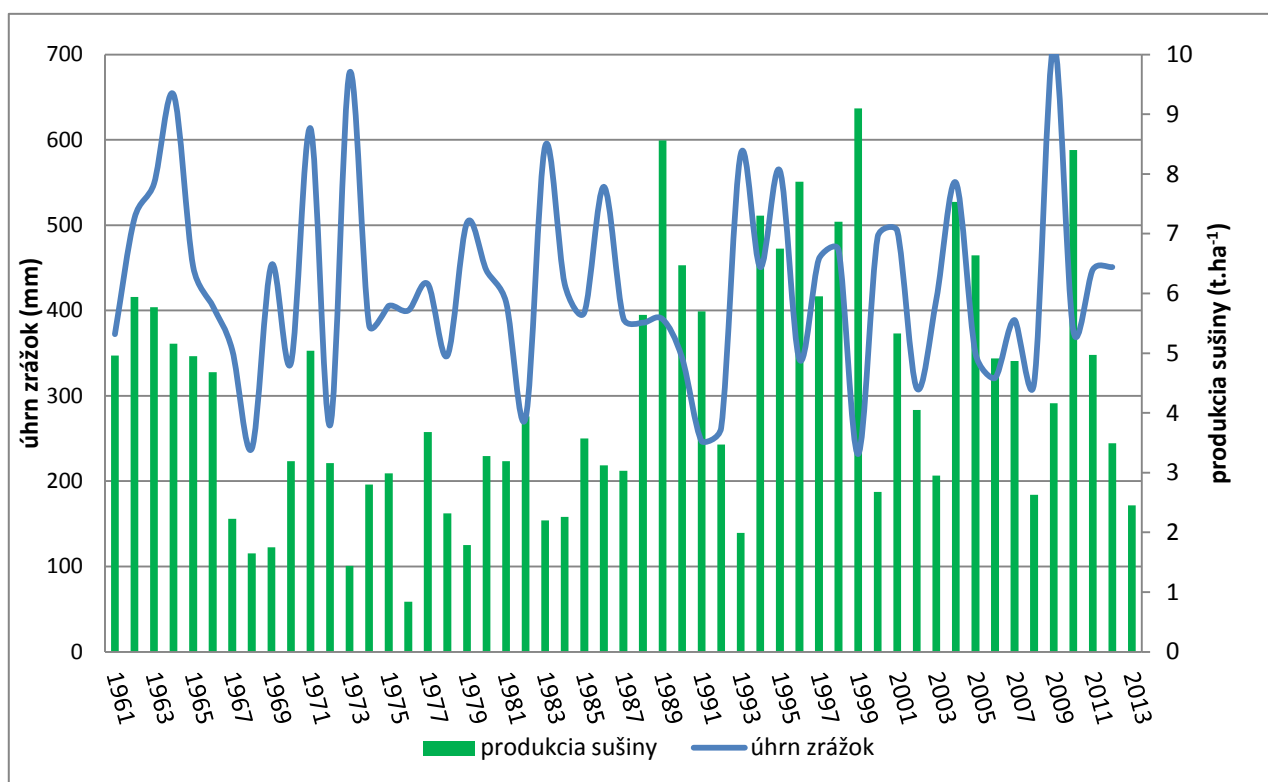
### *Stručný retrospektívny prehľad produkcie sušiny v rokoch 1961 – 2009*

Pre prehľadnejšie hodnotenie produkcie sušiny sme uvedené časové obdobie rozdelili na desaťročia. V prvom období 1961 - 1971 bola vyššia produkcia sušiny pri porovnaní pomerov živín na variantoch 8 až 10 s pomerom živín 1 : 0,15 : 0,4. Najvyššia sa zistila na variante 10 (200 kg N.ha<sup>-1</sup> s pomerom 1 : 0,15 : 0,4) 9,40 t.ha<sup>-1</sup>. V období rokov 1972 - 2005 sa zaznamenala vyššia produkcia sušiny na variantoch s pomerom živín 1 : 0,3 : 0,8. Druhé obdobie (1972 - 1981) charakterizovala najvyššia produkcia 9,73 t.ha<sup>-1</sup> na variante 6 (200 kg N.ha<sup>-1</sup> s pomerom 1 : 0,3 : 0,8) a najnižšia 2,55 t.ha<sup>-1</sup> na variante 1 (nehnojená kontrola). V ďalších etapách (1982 - 1991



a 1992 - 2005) stúpala produkcia sušiny na všetkých variantoch. Najvýraznejšie zvýšenie sa zistilo na variante 5 a 6 s pomerom živín 1 : 0,3 : 0,8. V období rokov 1982 - 1991 stúpala produkcia sušiny na týchto variantoch v porovnaní s nehnojenou kontrolou o 6,14 t.ha<sup>-1</sup> a v období rokov 1992 - 2001 o 6,27 t.ha<sup>-1</sup>. Vyššia produkcie sušiny v tomto období sa dosiahla aj na nehnojenom variante 5,76 t.ha<sup>-1</sup>. Nasledujúce obdobie 2002 -2013 charakterizovalo výrazné zníženie produkcie sušiny na všetkých variantoch. Najväčší pokles (o 2,73 a 2,88 t.ha<sup>-1</sup>) bol na variantoch 5 a 6 s pomerom živín 1 : 0,3 : 0,8. Na nehnojenom variante predstavovalo zníženie o 1,01 t.ha<sup>-1</sup> v porovnaní s predchádzajúcim obdobím. Varianty s pomerom živín 1 : 0,3 : 0,8 mali vyššiu produkciu sušiny ako varianty s pomerom živín 1 : 0,15 : 0,4.

Obrázok 5 Produkcia sušiny vo vzťahu k úhrnu zrážok za obdobie 1961 – 2013



Nehnojený variant mal najnižšiu produkciu sušiny v priemere rokov a kosieb (4,83 t.ha<sup>-1</sup>). Hnojenie dusíkom zvyšovalo produkciu sušiny vo všetkých kosbách a rokoch (VELICH, 1986, HOLÚBEK, 1991, GLABA, 2011). Varianty s pomerom živín 1 : 0,3 : 0,8 vyprodukovali vyššiu produkciu sušiny v priemere rokov a kosieb ako varianty s pomerom 1 : 0,15 : 0,3 (Tab. 8). Štatisticky preukazne ( $P < 0,05$ ) najvyššia produkcia sušiny sa zaznamenala na variante s najvyššou dávkou dusíka a pomerom živín 1 : 0,3 : 0,8 (variant 6), a to 10,62 t.ha<sup>-1</sup>. K podobným výsledkom, ale pri maximálnej dávke 240 kg.ha<sup>-1</sup> N dospel aj VOZÁR (2009) na pokusoch v Chvojnici. V roku 2012 bola produkcia sušiny najnižšia, čo sa aj štatisticky preukazne potvrdilo ( $P < 0,05$ ).

Tabuľka 8 Priemerná produkcia sušiny v t.ha<sup>-1</sup> v rokoch 2010 - 2013

| Variant | 2010<br>t.ha <sup>-1</sup> | 2011<br>t.ha <sup>-1</sup> | 2012<br>t.ha <sup>-1</sup> | 2013<br>t.ha <sup>-1</sup> | Priemer<br>4 rokov       |
|---------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------|
| 1       | 8,40                       | 4,97                       | 3,49                       | 2,45                       | <b>4,83<sup>a</sup></b>  |
| 2       | 9,73                       | 6,93                       | 3,49                       | 4,62                       | <b>6,19<sup>ab</sup></b> |
| 3       | 11,36                      | 7,36                       | 3,95                       | 4,47                       | <b>6,79<sup>ab</sup></b> |
| 4       | 12,91                      | 7,58                       | 5,80                       | 5,71                       | <b>8,00<sup>ab</sup></b> |
| 5       | 11,32                      | 10,26                      | 8,58                       | 8,35                       | <b>9,63<sup>ab</sup></b> |
| 6       | 16,49                      | 10,45                      | 7,00                       | 8,52                       | <b>10,62<sup>b</sup></b> |
| 7       | 9,64                       | 7,15                       | 3,30                       | 5,33                       | <b>6,36<sup>ab</sup></b> |
| 8       | 9,00                       | 8,63                       | 4,98                       | 4,52                       | <b>6,78<sup>ab</sup></b> |
| 9       | 13,36                      | 7,83                       | 5,68                       | 5,02                       | <b>7,97<sup>ab</sup></b> |
| 10      | 13,28                      | 8,51                       | 5,85                       | 6,72                       | <b>8,59<sup>ab</sup></b> |

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

#### 4.3 Produkčná účinnosť dodaných živín

Dodaním fosforu a draslíka sa zvýšila produkčná účinnosť v priemere rokov o 21,42 kg sušiny (Tab. 9). Vyššiu produkčnú účinnosť NPK hnojív sme zaznamenali na variantoch s nízkymi dávkami dusíka (50 kg) s obidvomi pomermi živín. JEŽÍKOVÁ, LIHÁN (1997) a VARGOVÁ (2012) uvádzajú, že pomer 1 : 0,15 : 0,4 mal vyššiu účinnosť, čo sa zhoduje s našimi výsledkami.

Najvyššia produkčná účinnosť dusíka (39,20 kg sušiny) v priemere rokov bola na variante 3 s pomerom živín 1 : 0,3 : 0,8. Nižšiu produkčnú účinnosť N sme zaznamenali na variantoch so 100 kg a 200 kg dávkou dusíka s pomerom živín 1 : 0,15 : 0,4. MICHALEC *et al.* (2007) a KOHOUTEK *et al.* (2002) potvrdili naše výsledky, že vyššiu produkčnú účinnosť mali varianty s pomerom živín 1 : 0,3 : 0,8. VOZÁR (2009) pri pokusoch v Chvojnici (1997 – 1999) zistil zvýšenie účinnosti v priemere o 15,27 kg sušiny pri dodaní 60 kg N.ha<sup>-1</sup>. Ďalším zvyšovaním dávok účinnosť klesala, z čoho vyplýva, že každoročná aplikácia týchto dávok je na danom stanovišti neúčinná. Štatisticky preukazný vplyv úrovne dávok hnojenia sa nepotvrdil. Potvrdil sa vysokopreukazný (P < 0,05) vplyv ročníka 2010.

Tabuľka 9 Priemerná produkčná účinnosť NPK hnojív a N hnojív 2010 - 2013

| Variant | Úroda<br>t.ha <sup>-1</sup> | Rozdiel úrod<br>kg | Dávka<br>NPK<br>kg č. ž. | Účinnosť<br>NPK    | Dávka N<br>kg č.ž. | Účinnosť<br>N      |
|---------|-----------------------------|--------------------|--------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 1       | 4,83                        |                    | 0                        | 0                  | 0                  | 0                  |
| 2       | 6,19                        | 1360               | 63,50                    | 21,42 <sup>a</sup> | 0                  | 0                  |
| 3       | 6,79                        | 1960               | 105                      | 18,66 <sup>a</sup> | 50                 | 39,20 <sup>a</sup> |
| 4       | 8,00                        | 3170               | 210                      | 15,10 <sup>a</sup> | 100                | 31,70 <sup>a</sup> |
| 5       | 9,63                        | 4800               | 315                      | 15,24 <sup>a</sup> | 150                | 32,00 <sup>a</sup> |
| 6       | 10,62                       | 5790               | 420                      | 13,79 <sup>a</sup> | 200                | 28,95 <sup>a</sup> |
| 7       | 6,36                        | 1530               | 77,50                    | 19,74 <sup>a</sup> | 50                 | 30,60 <sup>a</sup> |
| 8       | 6,78                        | 1950               | 155                      | 12,58 <sup>a</sup> | 100                | 19,50 <sup>a</sup> |
| 9       | 7,97                        | 3140               | 232,50                   | 13,51 <sup>a</sup> | 150                | 20,93 <sup>a</sup> |
| 10      | 8,59                        | 3760               | 310                      | 12,13 <sup>a</sup> | 200                | 18,80 <sup>a</sup> |

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

#### 4.4 Organické a minerálne látky v sušine

JANČOVIČ *et al.* (2006), FECENKO a LOŽEK (2000) a FRANK (2008) uvádzajú, že obsah živín v sušine trávnych porastov klesá so znižovaním prístupných živín v pôde a klesá so zvyšovaním úrod. Obsahy organických a minerálnych látok vo fytomase v priemere rokov 2010 – 2013 a kosieb sú uvedené v tabuľke 10. Najnižší obsah dusíkatých látok v priemere rokov a kosieb sa zistil na nehnojenom variante 110,42 g.kg<sup>-1</sup>. Na variantoch s pomerom 1 : 0,3 : 0,8 bol vyšší obsah NL ako na variantoch s druhým pomerom, čo sa štatisticky preukazne nepotvrdilo (*P* < 0,05). Rok 2011 ovplyvnil obsah dusíkatých látok preukazne (*P* < 0,05). NERUŠIL *et al.* (2007) uvádza, že koncentrácia živín v krme sa znižuje stupňovaným hnojením dusíkom a zvyšuje frekvenciou kosenia. Koncentrácia fosforu bola najvyššia v priemere rokov a kosieb na variante 2 (3,40 g.kg<sup>-1</sup>). V priebehu vegetačného obdobia jeho obsah stúpal, čo potvrdil aj MÍKA (1980) vo svojich pokusoch. Varianty s pomerom 1 : 0,3 : 0,8 mali vyššiu koncentráciu fosforu, draslíka a varianty s pomerom 1 : 0,15 : 0,4 zaznamenali vyššiu koncentráciu vápnika, horčíka a sodíka. Najvyššia koncentrácia vápnika sa zistila na variante 3 (12,73 g.kg<sup>-1</sup>). FIALA (2005) konštatuje, že dlhodobé hnojenie ovplyvňuje obsah minerálnych látok. Potvrdilo sa, charakteristické zvyšovanie koncentrácie vápnika, horčíka a znižovanie koncentrácie draslíka od prvej k tretej kosbe pri trojkosnom využívaní trávneho porastu. K zvyšovaniu obsahu Mg s intenzívnym dusíkatým

hnojením dospel aj LICHNER (1977) a JANČOVIČ (1997), čo sa potvrdilo v našich výsledkoch len na variantoch s dávkami 100 až 200 kg N.ha<sup>-1</sup> s pomerom živín 1 : 0,3 : 0,8. Najvyšší obsah sodíka (0,89 g.kg<sup>-1</sup>) sa zistil na variante 8, čo sa aj štatisticky potvrdilo. K rovnakým záverom dospela aj VARGOVÁ (2012). Vplyv poradia druhej a tretej kosby bol signifikantný ( $P < 0,5$ ) pri koncentráciách fosforu, vápnika a sodíka. Štatisticky preukazný najvyšší obsah draslíka sa zistil v prvej kosbe.

Tabuľka 10 Obsah organických a minerálnych látok v sušine v priemere rokov (2010 -2013),  
kosieb

| Variant | Vláknina<br>g.kg <sup>-1</sup> | Popol<br>g.kg <sup>-1</sup> | N- látky<br>g.kg <sup>-1</sup> | P<br>g.kg <sup>-1</sup> | K<br>g.kg <sup>-1</sup> | Ca<br>g.kg <sup>-1</sup> | Mg<br>g.kg <sup>-1</sup> | Na<br>g.kg <sup>-1</sup> |
|---------|--------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1       | 224,95                         | 105,83                      | 110,42 <sup>a</sup>            | 2,05 <sup>a</sup>       | 14,07 <sup>a</sup>      | 12,19 <sup>cd</sup>      | 3,87 <sup>ab</sup>       | 0,72 <sup>abc</sup>      |
| 2       | 240,05                         | 109,93                      | 116,19 <sup>a</sup>            | 3,40 <sup>f</sup>       | 16,25 <sup>ab</sup>     | 12,69 <sup>d</sup>       | 3,83 <sup>ab</sup>       | 0,53 <sup>ab</sup>       |
| 3       | 248,48                         | 106,83                      | 118,70 <sup>a</sup>            | 2,89 <sup>ce</sup>      | 16,61 <sup>ab</sup>     | 12,73 <sup>d</sup>       | 3,01 <sup>b</sup>        | 0,62 <sup>abc</sup>      |
| 4       | 252,11                         | 105,28                      | 124,41 <sup>a</sup>            | 3,25 <sup>ef</sup>      | 17,84 <sup>abc</sup>    | 10,59 <sup>ad</sup>      | 3,36 <sup>ab</sup>       | 0,53 <sup>ab</sup>       |
| 5       | 272,66                         | 105,01                      | 122,99 <sup>a</sup>            | 3,15 <sup>ef</sup>      | 19,39 <sup>bc</sup>     | 9,38 <sup>abc</sup>      | 5,34 <sup>ab</sup>       | 0,45 <sup>a</sup>        |
| 6       | 262,22                         | 105,60                      | 122,84 <sup>a</sup>            | 3,18 <sup>ef</sup>      | 22,50 <sup>c</sup>      | 8,31 <sup>a</sup>        | 2,99 <sup>a</sup>        | 0,52 <sup>ab</sup>       |
| 7       | 234,53                         | 104,78                      | 114,23 <sup>a</sup>            | 2,25 <sup>ab</sup>      | 14,41 <sup>ab</sup>     | 12,60 <sup>d</sup>       | 3,79 <sup>ab</sup>       | 0,89 <sup>c</sup>        |
| 8       | 246,03                         | 102,55                      | 113,34 <sup>a</sup>            | 2,49 <sup>abc</sup>     | 14,51 <sup>ab</sup>     | 11,39 <sup>cd</sup>      | 3,45 <sup>ab</sup>       | 0,79 <sup>bc</sup>       |
| 9       | 252,99                         | 113,62                      | 110,88 <sup>a</sup>            | 2,62 <sup>bc</sup>      | 15,45 <sup>ab</sup>     | 10,11 <sup>cd</sup>      | 3,18 <sup>ab</sup>       | 0,74 <sup>abc</sup>      |
| 10      | 268,38                         | 95,04                       | 120,89 <sup>a</sup>            | 2,78 <sup>ce</sup>      | 17,12 <sup>ab</sup>     | 8,79 <sup>ab</sup>       | 3,16 <sup>ab</sup>       | 0,73 <sup>abc</sup>      |

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

#### 4.5 Agrochemické vlastnosti pôdy

##### *Stručný retrospektívny prehľad pôdnej reakcie v rokoch 1961 – 2009*

Pri založení pokusu v roku 1961 bola pôdna reakcia na úrovni 6,03. V roku 1970 pôdna reakcia na nehnojenom variante klesla o 0,37. Na variante s PK hnojením bola pôdna reakcia ešte nižšia (5,5). Varianty (3 až 6) s pomerom živín 1 : 0,3 : 0,8 mali pôdnu reakciu vyššiu ako nehnojená kontrola. Najvyššie pH (6,2) sa zaznamenalo na variante 8 s pomerom živín 1 : 0,15 : 0,4. O deväť rokov neskôr (1979) sa zistilo ešte výraznejšie zníženie (5,15; 4,9; 4,7; 4,8) na variantoch s pomerom živín 1 : 0,3 : 0,8. Najnižšie pH bolo na variante 5 (pH 4,4). V roku 1987 možno konštatovať, že najnižšia hodnota pH (4,25) bola na variante 6 s pomerom živín 1 : 0,3 :

0,8. Druhá najnižšia hodnota (4,47) pôdnej reakcie sa zistila na nehnojenom variante. Pomer živín 1 : 0,15 : 0,4 na variantoch 7 až 10 ovplyvňoval pôdnu reakciu menej (4,82 – 5,06).

Pri porovnaní s rokom 2002 sa pôdna reakcia na nehnojenom variante zvýšila na 5,63 a na variante s PK hnojením ostala na rovnakej úrovni (4,58). Varianty 3 až 6 s pomerom živín 1 : 0,3 : 0,8 mali nižšiu pôdnu reakciu ako nehnojený variant. Zvýšenie pH o 0,04 a 0,40 sa zaznamenalo na variantoch (8,10) so 100 a 200 kg dávkou dusíka s pomerom živín 1 : 0,15 : 0,4 oproti variantom 4 a 6 s pomerom živín 1 : 0,3 : 0,8.

Pri porovnaní hodnoty pH (6,03) v 1961 (rok založenia pokusu), so sledovaným obdobím 2006 - 2009, možno ale konštatovať, že nastalo zníženie pôdnej reakcie. Pôdna reakcia v roku 2006 oscillovala v rozpätí od 4,07 (variant 2) do 4,68 (variant 10) pH. V roku 2009 sa pôdna reakcia pohybovala od 4,27 - 4,80, t.j. silne kyslá reakcia. Najvyššie pH sa zistilo na variante 10 a variant 6 s najvyššou dávkou dusíka s pomerom živín 1 : 0,3 : 0,8 dosiahol najnižšiu pôdnu reakciu. Nastalo mierne zvýšenie kyslosti (zvýšenie o 0,29 a 0,30), ktoré sa najvýraznejšie prejavilo na variantoch 1 a 2 (nehnojená a PK hnojená).

Tabuľka 11 Agrochemické vlastnosti pôdy na jeseň 2010

| <b>Variant</b> | <b>pH/ KCl<br/>pH</b> | <b>C<sub>ox</sub><br/>g.kg<sup>-1</sup></b> | <b>Humus<br/>g.kg<sup>-1</sup></b> | <b>N<br/>g.kg<sup>-1</sup></b> | <b>P<br/>mg.kg<sup>-1</sup></b> | <b>K<br/>mg.kg<sup>-1</sup></b> | <b>Mg<br/>mg.kg<sup>-1</sup></b> |
|----------------|-----------------------|---------------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| <b>1</b>       | 4,93                  | 27,19                                       | 46,88                              | 3,00                           | 2,67                            | 123,56                          | 487,36                           |
| <b>2</b>       | 4,43                  | 25,96                                       | 44,75                              | 2,73                           | 36,05                           | 133,96                          | 295,48                           |
| <b>3</b>       | 4,76                  | 25,03                                       | 43,15                              | 3,29                           | 5,22                            | 128,80                          | 458,30                           |
| <b>4</b>       | 4,79                  | 24,10                                       | 41,55                              | 2,73                           | 41,43                           | 186,69                          | 406,05                           |
| <b>5</b>       | 4,66                  | 24,10                                       | 41,55                              | 2,76                           | 128,60                          | 123,56                          | 338,83                           |
| <b>6</b>       | 4,57                  | 23,79                                       | 41,02                              | 2,61                           | 175,06                          | 128,80                          | 310,12                           |
| <b>7</b>       | 4,35                  | 25,34                                       | 43,68                              | 2,98                           | 4,40                            | 128,80                          | 452,73                           |
| <b>8</b>       | 4,91                  | 26,88                                       | 46,35                              | 3,03                           | 4,64                            | 128,80                          | 537,90                           |
| <b>9</b>       | 4,75                  | 26,88                                       | 46,35                              | 2,84                           | 9,84                            | 133,96                          | 517,03                           |
| <b>10</b>      | 4,98                  | 25,96                                       | 44,75                              | 3,39                           | 12,88                           | 133,96                          | 514,50                           |

V roku 2010 pôdna reakcia oscillovala v rozpätí 4,35 – 4,98 (kyslá pôdna reakcia). Najvyššie pH sa zistilo na variante 10. Varianty s pomerom živín 1 : 0,15 : 0,4 mali vyššiu hodnotu pH ako varianty s druhým pomerom. Výnimku predstavoval variant 7, kde sa namerala najnižšia hodnota pH 4,35 (Tab. 11). V jesenných odberoch bol najvyšší obsah C<sub>ox</sub> na nehnojenom variante a na variantoch s pomerom živín 1 : 0,15 : 0,4 sa pohyboval v rozpätí 25,34 – 26,88 g.kg<sup>-1</sup>. Je zaujímavé, že variant PK hnojený (variant 2) mal vyššiu koncentráciu C<sub>ox</sub> ako varianty s pomerom 1 : 0,3 : 0,8.

Zásoba dusíka v pôde sa pohybovala od 2,61 g.kg<sup>-1</sup> (variant 6) do 3,39 g.kg<sup>-1</sup> (variant 10). Na nehnojenom variante bol najnižší obsah fosforu (2,67 mg.kg<sup>-1</sup>). Najvyššia zásoba fosforu v pôde sa zistila na variante 6 (175,06 mg.kg<sup>-1</sup>) a na variante 5 (128,60 mg.kg<sup>-1</sup>). Obsah draslíka v pôde bol v rozpätí od 123,56 do 186,69 mg.kg<sup>-1</sup>. Varianty s pomerom živín 1 : 0,15 : 0,4 mali vyššiu zásobu horčíka v pôde ako varianty s druhým pomerom. Najnižší obsah horčíka bol na variante 2 (295,48 mg.kg<sup>-1</sup>). MAATHIUS (2009) konštatuje, že vplyvom zrážok, teploty, pôdneho typu a pôdnej reakcie sa môže meniť dostupnosť živín v pôde.

Tabuľka12 Agrochemické vlastnosti pôdy na jeseň 2013

| Variant | pH/ KCl<br>pH      | C <sub>ox</sub><br>g.kg <sup>-1</sup> | Humus<br>g.kg <sup>-1</sup> | N<br>g.kg <sup>-1</sup> | P<br>mg.kg <sup>-1</sup> | K<br>mg.kg <sup>-1</sup> | Mg<br>mg.kg <sup>-1</sup> |
|---------|--------------------|---------------------------------------|-----------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|
| 1       | 4,35 <sup>ab</sup> | 25,60 <sup>a</sup>                    | 44,14 <sup>a</sup>          | 2,76 <sup>a</sup>       | 0,90 <sup>a</sup>        | 97,32 <sup>a</sup>       | 565,02 <sup>a</sup>       |
| 2       | 4,09 <sup>a</sup>  | 26,82 <sup>a</sup>                    | 46,23 <sup>a</sup>          | 3,23 <sup>a</sup>       | 7,87 <sup>ab</sup>       | 111,51 <sup>a</sup>      | 492,10 <sup>a</sup>       |
| 3       | 4,37 <sup>ab</sup> | 25,30 <sup>a</sup>                    | 43,62 <sup>a</sup>          | 3,20 <sup>a</sup>       | 2,06 <sup>a</sup>        | 97,32 <sup>a</sup>       | 435,77 <sup>a</sup>       |
| 4       | 4,46 <sup>ab</sup> | 18,03 <sup>a</sup>                    | 31,08 <sup>a</sup>          | 2,27 <sup>a</sup>       | 18,37 <sup>ab</sup>      | 87,56 <sup>a</sup>       | 397,25 <sup>a</sup>       |
| 5       | 4,75 <sup>b</sup>  | 17,73 <sup>a</sup>                    | 30,56 <sup>a</sup>          | 2,31 <sup>a</sup>       | 35,20 <sup>ab</sup>      | 87,56 <sup>a</sup>       | 396,03 <sup>a</sup>       |
| 6       | 4,43 <sup>ab</sup> | 21,06 <sup>a</sup>                    | 36,30 <sup>a</sup>          | 2,20 <sup>a</sup>       | 79,03 <sup>b</sup>       | 92,47 <sup>a</sup>       | 371,69 <sup>a</sup>       |
| 7       | 4,33 <sup>ab</sup> | 26,21 <sup>a</sup>                    | 45,19 <sup>a</sup>          | 2,94 <sup>a</sup>       | 1,90 <sup>a</sup>        | 97,32 <sup>a</sup>       | 518,51 <sup>a</sup>       |
| 8       | 4,56 <sup>ab</sup> | 26,21 <sup>a</sup>                    | 45,19 <sup>a</sup>          | 3,76 <sup>a</sup>       | 2,06 <sup>a</sup>        | 102,11 <sup>a</sup>      | 494,30 <sup>a</sup>       |
| 9       | 4,52 <sup>ab</sup> | 22,27 <sup>a</sup>                    | 38,39 <sup>a</sup>          | 2,65 <sup>a</sup>       | 1,91 <sup>a</sup>        | 97,32 <sup>a</sup>       | 578,79 <sup>a</sup>       |
| 10      | 4,23 <sup>ab</sup> | 20,15 <sup>a</sup>                    | 34,74 <sup>a</sup>          | 2,36 <sup>a</sup>       | 30,92 <sup>ab</sup>      | 87,56 <sup>a</sup>       | 444,35 <sup>a</sup>       |

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

Pokles pôdnej reakcie sa zaznamenal v roku 2013 takmer na všetkých variantoch (Tab. 12) čo sa aj štatisticky preukazne potvrdilo. Najvýraznejší pokles sa zistil na variante 10 (o 0,75). Väčšie zníženie obsahu C<sub>ox</sub> sa zistilo na hnojených variantoch 4 až 6 s pomerom 1 : 0,3 : 0,8 a na variante 9, 10 s pomerom 1 : 0,15 : 0,4. Toto zistenie je v rozpore s autormi ONDRÁŠEK (1985) a JANČOVIČ *et al.* (2007), ktorí zaznamenali zvýšenie obsahu C<sub>ox</sub> na hnojených variantoch. Zásoba dusíka v pôde klesla takmer na všetkých variantoch. Dusík predstavuje dôležitý prvok, ktorý vplýva na posun v druhovom zložení, kontroluje diverzitu, dynamiku a funkciu mnohých terestrických ekosystémov (VITOUSEK *et al.*, 1997). V tomto roku nastal pokles koncentrácie obsahu fosforu a draslíka takmer na všetkých variantoch. Podobný pokles v rokoch hnojenia ale aj po absencii hnojenia zaznamenal aj JANČOVIČ, VOZÁR a FILLO (2007). Najnižší obsah P bol na nehnojenom variante (0,90 mg.kg<sup>-1</sup>). Na variantoch s pomerom 1 : 0,15 : 0,4 sa zistil menší pokles obsahu draslíka ako na variantoch s pomerom 1 : 0,3 : 0,8. Koncentrácia horčíka mala opačnú

tendenciu, najvýraznejšie stúpanie bolo na variantoch s vyššími dávkami dusíka s pomerom 1 : 03 : 0,8. KOBZA a GÁBORÍK (2010) uvádzajú, že naše pôdy sú dobre zásobené horčíkom s čím korešpondujú aj nami zistené výsledky. Preukazný vplyv ročníka ( $P < 0,05$ ) sa zaznamenal na obsah pH, draslíka a horčíka. Varianty štatisticky preukazne ( $P < 0,05$ ) ovplyvňovali len obsah fosforu.

#### 4.6 Porovnanie výsledkov z dlhodobých pokusov na Slovensku

Všetky sledované pokusy (Pinciná, Veľká Lúka a Ľubietová) boli založené v roku 1961 podľa jednotnej metodiky. Zo stanovišťa Nemecká uvádzame trojkosné využívanie nehnojeného variantu údolnej lúky (pokús založený v roku 1997). Pokús v Ľubietovej bol ukončený v roku 1971, v Pincinej v 1989 a v Nemeckej v roku 1981. Experimentálne práce na Veľkej Lúke pokračujú aj v súčasnosti. Charakteristika jednotlivých stanovišť je uvedená v tabuľke 12.

Tabuľka 12 Agroklimatické ukazovatele stanovišť

| Ukazovatele                                  | Stanovištia                |                                            |                        |                                |
|----------------------------------------------|----------------------------|--------------------------------------------|------------------------|--------------------------------|
|                                              | Pinciná                    | Veľká Lúka                                 | Nemecká                | Ľubietová                      |
| Okres                                        | Lučenec                    | Zvolen                                     | Brezno                 | Banská Bystrica                |
| Nadmorská výška (m)                          | 130                        | 350                                        | 460                    | 850                            |
| Dlhodobý priemer ročnej teploty vzduchu (°C) | 8,5                        | 7,5                                        | 6,3                    | 5,5                            |
| Dlhodobý priemer ročných zrážok (mm)         | 650                        | 750                                        | 727                    | 900                            |
| Typ porastu                                  | <i>Festucetum pratense</i> | <i>Alopecuretum pratensis festucetósum</i> | <i>Poo-dactylietum</i> | <i>Trisetetum flavescentis</i> |
| Pôdny druh                                   | ílovitý                    | hlinitý                                    | piesočnato-hlinitý     | piesočnato-hlinitý             |
| Počiatkové pH v KCl                          | 5,05                       | 6,03                                       | 6,86                   | 6,85                           |

V tabuľkách 13 – 17 sú desaťročné výsledky z Ľubietovej, dvadsaťosemročné z Pincinej a päťdesiatročné z Veľkej Lúky. Produkcia sušiny na stanovišti Veľká Lúka bola najvyššia v porovnaní s ostatnými stanovišťami na všetkých sledovaných variantoch. Varianty s pomerom 1 : 0,3 : 0,8 dosiahli vyššiu produkciu ako varianty s pomerom 1 : 0,15 : 0,4 (Tab. 13). Jednoznačne sa potvrdzuje, že produkcia sušiny sa so stupňujúcimi dávkami dusíka takmer lineárne zvyšuje.

Tabuľka 13 Produkcia sušiny v priemere rokov a kosieb (t.ha<sup>-1</sup>)

| Varianty/ Stanovište | Pinciná | Veľká Lúka | Ľubietová |
|----------------------|---------|------------|-----------|
| 1                    | 2,5     | 4,3        | 2,6       |
| 3                    | 4,7     | 6,5        | 4,7       |
| 4                    | 5,9     | 7,7        | 6,0       |
| 5                    | 7,0     | 9,1        | 7,1       |
| 6.                   | 8,2     | 10,0       | 8,0       |
| 7                    | 4,0     | 6,1        | 4,4       |
| 8                    | 5,5     | 7,1        | 5,7       |
| 9                    | 7,2     | 8,5        | 6,9       |
| 10                   | 8,0     | 9,2        | 7,4       |

Účinnosť dodaných NPK živín (Tab. 14) v priemere stanovišť má zostupný charakter, t.j. so stúpajúcimi dávkami hnojív klesá. Vyššia účinnosť NPK živín bola pri všetkých dávkach pri pomere živín 1 : 0,15 : 0,4. Účinnosť N (+PK) sa zistila vyššia na variantoch 3 - 6 s pomerom živín 1 : 0,3 : 0,8 na všetkých stanovištiach od 48 po 27 kg sušiny. Varianty 7 – 10 s pomerom živín 1 : 0,15 : 0,4 mali produkčnú účinnosť od 36 po 24 kg sušiny.

Tabuľka 14 Účinnosť NPK a N (+PK) živín v priemere rokov a kosieb (kg sušiny)

| Stanovište/<br>varianty | Pinciná |         | Veľká Lúka |         | Ľubietová |         |
|-------------------------|---------|---------|------------|---------|-----------|---------|
|                         | NPK     | N (+PK) | NPK        | N (+PK) | NPK       | N (+PK) |
| 1                       | -       | -       | -          | -       | -         | -       |
| 3                       | 20,6    | 44      | 22,5       | 48      | 19,7      | 42      |
| 4                       | 15,9    | 34      | 16,8       | 36      | 15,9      | 34      |
| 5                       | 14,0    | 30      | 15,9       | 34      | 14,0      | 30      |
| 6                       | 19,3    | 28      | 13,3       | 28      | 12,6      | 27      |
| 7                       | 19,1    | 30      | 22,9       | 36      | 22,9      | 36      |
| 8                       | 19,1    | 30      | 18,4       | 29      | 19,7      | 31      |
| 9                       | 19,9    | 31      | 20,3       | 32      | 18,2      | 28      |
| 10                      | 17,6    | 27      | 16,8       | 26      | 15,2      | 24      |



So stúpajúcou nadmorskou výškou a vyšším úhrnom zrážok stúpa obsah dusíkatých látok na nehnojených kontrolách (Tab. 16). Najvyšší obsah dusíkatých látok na hnojených variantoch pri obidvoch pomeroch bol na stanovišti Ľubietová. Medzi Pincinou a Veľkou Lúkou neboli zistené výrazné rozdiely. Dávky dusíka 50 až 200 kg.ha<sup>-1</sup> pri pomere živín 1 : 0,15 : 0,4 poskytujú vyšší obsah dusíkatých látok ako varianty s druhým pomerom živín. Dávka dusíka 50 kg.ha<sup>-1</sup> s pomerom živín 1 : 0,3 : 0,8 na všetkých troch stanovištiach poskytuje nižší obsah dusíkatých látok ako nehnojený porast. Z toho vyplýva, že dávka dusíka nestačí kompenzovať stratu rhizobiálneho dusíka. Až vyššie dávky dusíka, pri obidvoch pomeroch živín sa obsahom dusíkatých látok vyrovnávajú nehnojeným kontrolám.

Tabuľka 16 Obsah dusíkatých látok v priemere rokov a kosieb (g.kg<sup>-1</sup> sušiny)

| <b>Varianty/<br/>Stanovište</b> | <b>Pinciná</b> | <b>Veľká Lúka</b> | <b>Ľubietová</b> |
|---------------------------------|----------------|-------------------|------------------|
| <b>1</b>                        | 136            | 139               | 158              |
| <b>3</b>                        | 132            | 137               | 155              |
| <b>4</b>                        | 141            | 140               | 149              |
| <b>5</b>                        | 149            | 148               | 159              |
| <b>6</b>                        | 157            | 154               | 165              |
| <b>7</b>                        | 136            | 143               | 156              |
| <b>8</b>                        | 146            | 141               | 157              |
| <b>9</b>                        | 152            | 150               | 159              |
| <b>10</b>                       | 161            | 158               | 159              |

Tabuľka 17 Experimentálne výsledky zo stanovišťa Nemecká – nehnojená kontrola  
(v priemere rokov a kosieb 1977 – 1981)

| <b>Parametre</b>                                      |               |                                                                              |       |
|-------------------------------------------------------|---------------|------------------------------------------------------------------------------|-------|
| <b>Produkcia v sušine (t.ha<sup>-1</sup>)</b>         | 5,75          | <b>Organické a minerálne prvky v trávnej hmote (g.kg<sup>-1</sup>)</b><br>NL | 152,6 |
| <b>Podiel sušiny v kosbách</b><br><b>1.kosba</b><br>% | 1,94<br>33,13 | <b>P</b>                                                                     | 2,7   |
| <b>2. kosba</b><br>%                                  | 2,16<br>38,02 | <b>K</b>                                                                     | 20,4  |
| <b>3. kosba</b><br>%                                  | 1,66<br>28,85 | <b>Ca</b>                                                                    | 17,5  |

Tabuľka 17 poukazuje na možnosti efektívneho využívania údolných lúk v povodiach riek bez hnojenia. Stanovište v Nemeckej bolo v tesnej blízkosti rieky Hron. Výsledky dokumentujú vysokú produkčnú schopnosť takýchto lúk ( $5,75 \text{ t.ha}^{-1}$  sušiny) a výbornú kvalitu krmu pri ich pravidelnom využívaní.

## 5. Závery

- Vplyvom hnojenia a jeho dlhodobej aplikácie sa v poraste rozširujú a udržujú rhizomatické druhy tráv, ktoré ovplyvňujú nielen produkciu, ale aj kvalitu krmiva. Stupňovaným dusíkatým hnojením s dvomi pomermi živín sa zvýšil podiel floristickej skupiny tráv na úkor leguminóz a bylín. Pravidelným fosforečno-draselným hnojením stúpla pokryvnosť leguminóz, pričom aj dávka dusíka ( $50 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  s pomerom 1 : 0,3 : 0,8) kladne ovplyvnila prezenciu leguminóz. Nehnojené porasty vykazovali najrovnomernejšie zastúpenie všetkých troch floristických skupín. Pri vysokých dávkach dusíkatého hnojenia sa mení druhové zloženie a klesá druhová diverzita a porasty nadobúdajú simplifikovanejší charakter. Počet rastlinných druhov najviac ovplyvňovala dávka  $100 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ .
- V období rokov 2010 - 2013 vyššiu produkciu sušiny poskytli varianty s dávkami dusíka 150 a 200 kg a s pomerom živín 1 : 0,3 : 0,8. Naproti tomu, najvyššiu produkčnú účinnosť 1 kg N dosiahla dávka  $50 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  s pomerom živín 1 : 0,15 : 0,4 (16,20 kg sušiny).
- Z kvalitatívnej charakteristiky na základe týchto sledovaní je významné zistenie, že dávky dusíka 50 a  $100 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  pri obidvoch pomeroch živín v priemere rokov, kosieb a stanovišť poskytujú krm s takmer rovnakým obsahom dusíkatých látok ako nehnojené porasty.
- Pravidelné a opakované hnojenie a využívanie ovplyvnilo koncentráciu organických a minerálnych látok v sušine. Vyššie dávky dusíka s pomerom 1 : 0,3 : 0,8 zvýšili koncentráciu dusíkatých látok a vlákniny, ako aj fosforu, vápnika, horčika a sodíka v sušine nadzemnej fytomasy.
- Z 10-ročných výsledkov pokusu v Ľubietovej (850 m n.m.), 28-ročných výsledkov z Pincinej (130 m n.m.) a 52 - ročných výsledkov z Veľkej Lúky (350 m n.m.) vyplýva, že na poloprirodných trávnych porastoch v priemere rokov, kosieb a stanovišť stupňujúce dávky dusíka 50, 100, 150 a  $200 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  pri dvoch pomeroch NPK živín zvyšujú produkciu sušiny takmer lineárne voči nehnojenej kontrole.
- 52-ročné pravidelné využívanie nehnojeného údolného porastu poukazuje na mimoriadne dobré produkčné a kvalitatívne vlastnosti (produkcia sušiny, obsah dusíkatých látok, koncentrácia fosforu, draslíka, vápnika, horčika).

- V priebehu dlhodobého sledovania stupňujúce dávky dusíka od 50, 100, 150 do 200 kg.ha<sup>-1</sup> pri obidvoch pomeroch NPK živín zvýšili lineárne úrody nadzemnej fytomasy v porovnaní s nehnojenou kontrolou. Pomer 1 : 0,3 : 0,8 zvyšoval produkciu o 2, 4, 5 a 6 t.ha<sup>-1</sup> sušiny. Druhý pomer 1 : 0,15 : 0,4 zvyšoval produkciu o 2, 3, 4 a 5 t.ha<sup>-1</sup> sušiny.
- Stúpajúce dávky dusíkatých hnojív spôsobili okysľovanie pôdy. Po päťdesiatichdvoch rokoch sa pôdna reakcia znížila v rozsahu od 1,28 do 1,94 pH (na nehnojenom o 1,68 pH).
- Tieto zistenia potvrdzujú aj 5-ročné výsledky z povodia rieky Hron (Nemecká). Poukazujú na možnosti získania vysokej produkcie z nehnojených pokusov (až 5,8 t.ha<sup>-1</sup> sušiny) a dobrej kvality krmu (až 153 g.kg<sup>-1</sup> N-látok).
- Získané výsledky umožňujú orientovať prax na výrobu objemových krmív s vysokou nutričnou hodnotou bez nákladnej periodickej obnovy. Na základe požadovanej produkcie a kvality fytomasy pre polygastrické zvieratá možno odporučiť konkrétne dávky hnojív a pomery živín.
- V ďalšom výskume je potrebné klásť akcent na socioekologické parametre údolných lúk, ich stabilitu, účinky stresu pri zvýšenej disturbancii a reziliencii s cieľom zachovať ich diverzitu a primeranú produkčnú schopnosť.

## 6. Odporúčania

Kolektív autorov doporučuje, aby sa na Slovensku začala venovať zvýšená pozornosť obhospodarovaniu údolných lúk, t.j. lukám v povodiach riek a potokov. Zo záverov vyplýva, že pravidelným využívaným takýchto lúk je možné získať dostatok kvalitného a najmä lacného objemového krmu, vhodného pre všetky kategórie polygastrických zvierat.

Zabezpečením tejto úžitkovej funkcie (krm pre výrobu mlieka, mäsa a energie) sa súčasne zmiernia dopady klimatickej zmeny (zníženie teploty a zvýšenie vlhkosti vzduchu v horúcich letných obdobiach). Súčasne sa naplnia ich mimoprodukčné funkcie:

- funkcia všeobecne prospešná – lúka ako element kultúrnej krajiny, životné prostredie pre flóru a faunu, rezervoár CO<sub>2</sub> a producent O<sub>2</sub> (vyššia produkcia O<sub>2</sub> voči plodinám na ornej pôde o 40 % a o takmer 50 % voči lesu),
- funkcia ochranná – lúky ako filter a zásobník vody, ochrana pred eróziou, povodňami, požiarimi,
- funkcia odpočinková – lúky ako základňa pre voľný čas, na zotavenie, turistiku a lov (poľovníctvo).

## 7. Použitá literatura

- BANÁSOVÁ V., OŤAHELOVÁ, H., JAROLÍMEK, I., ZALIBEROVÁ, M. 1996. K ekológii aluviálních lúk rieky Moravy (slovenská časť). In *Aluviální louky – jejich současný stav a možnosti obnov: sborník prací z ochrany přírody*. Praha, 1996, s. 145 - 152.
- BLAŽKOVÁ, D. 1996. Erozně akumulční procesy ve vztahu k nivním loukám. In *Aluviální louky – jejich současný stav a možnosti obnov: sborník prací z ochrany přírody*. Praha, 1996, s. 47 - 51.
- BUCHGRABER, K., GINDL, G. 2004. Zietge Mässe Gründlandbewirtschaftung 2., völlig neubearbeitete Auflage, Leopold Stocker Verlag, GRAZ – STUTGART, 2004, 192 p.
- BUCHGRABER, K. 2005. Kann die Futterqualität am Grünland gesteigert werden? In *Kvalita píce z travního porostu*. Praha : VÚRV, 2005, s. 5-18.
- FECENKO, J., LOŽEK, O. 2000. *Výživa a hnojenie poľných plodín*. Nitra: SPU v Nitre a Duslo, a. s. , Šaľa, 2000. 452 s.
- FIALA, K. 1996. Údaje o podzemní biomase lučních porostů a problémy jejich interpretace. In *Aluviální louky – jejich současný stav a možnosti obnov: sborník prací z ochrany přírody*. Praha, 1996, s. 43 - 45.
- FIALA, J. 2002. Vývoj ekologickej a výnosovej stability poloprirodného travného porostu pri dlhodobém hnojení a využívaní. In *Ekológia trávneho porastu VI : zborník z medzinárodnej vedeckej konferencie konanej pri príležitosti 40. výročia vzniku VÚLP-VÚTPHP, Medzinárodného roka hôr a osemdesiatin prof. Vladimíra Krajčoviča*. Banská Bystrica : VÚTPHP, 10.-11. december 2002, s.124-137,
- FIALA, J. 2005. Vliv stupňovaných dávek dusíku a frekvence seči na obsah dusíku a minerálních látek v sušině píce travních porostů. In *Kvalita píce z travních porostů : sborník z mezinárodní vědecké konference*. Praha : VÚRV, 2005, s. 159 – 167.
- FOLKMAN, I. 1981. Stabilita floristického zloženia trávneho porastu pri striedavej intenzite hnojenia. In *Rostlinná výroba*, 27, č. 11, 1981, s. 1165 – 1172
- FRANK, D. A. 2008. Ungulate and topographic control of nitrogen: phosphorus stoichiometry in a temperate grassland; soils, plants and mineralization rates. In *Oikos*, vol. 117, 2008, no. 4, p. 591-601.
- GAISLER, J. 2007. Změny botanického složení travního porostu při různé intenzitě obhospodařování. In *Multifunkční obhospodařování a využívání travních porostů v LFA : sborník příspěvků z mezinárodní vědecké konference*. Rapotín, 2007. s. 80 – 85.
- GIBSON, D. J. 2009. *Grasses and grassland ecology*. Oxford and New York : Oxford University Press 2009, 305 p.
- GLAĽA, 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.
- GRULICH, V., DANIHELKA, J. 1996. Aluviální louky dolního Podýjí a Pomoraví. In *Aluviální louky – jejich současný stav a možnosti obnov: sborník prací z ochrany přírody*. Praha, 1996, s. 77 - 87.
- HOLÚBEK, R. 1991. *Produkčná schopnosť a kvalita PTP v mierne teplej a mierne suchej oblasti*. Poľnohospodárska veda, Bratislava : Veda SAV, 1991, 132 s.
- HOLÚBEK, R., JANČOVIČ, J., GREGOROVÁ, H., NOVÁK, J., ĎURKOVÁ, E., VOZÁR, Ľ. 2007. *Krmovinárstvo – manažment pestovania a využívania krmovín*. 1.vyd. Nitra : SPU, 2007. 420 s.
- HONSOVÁ, D., HEJCMAN, M., KLAUDISOVÁ, M., PAVLŮ, V. HAKL, J. 2007. Species composition of an alluvial meadow after 40 years of applying nitrogen, phosphorus and potassium fertilizer. *Preslia* 79, s. 245 – 258.
- HRABĚ, F., STRAKA, J., ROSICKÁ, L. 2002. Produkční a strukturální změny polopřirozeného, přisetého a setého lučního společenstva v CHKO Žďárské vrchy. In *Ekológia trávneho porastu VI: zborník z medzinárodnej vedeckej konferencie*. Banská Bystrica : VÚTPHP, 2002, s. 220– 227.
- JAKRLOVÁ, J. 1975. Primary production and plant chemical composition in flood-plain meadows. In *Přírodovědecké práce Ústavu Čs. Akademie Věd*. Brno, 9/9. s.1 - 52.
- JAKRLOVÁ, J. 1996. Produkční charakteristika aluviálních luk (Projekt Lanžhot). In *Aluviální louky – jejich současný stav a možnosti obnov: sborník prací z ochrany přírody*. Praha, 1996, s. 35 - 41.
- JANČOVIČ, J. 1997. Mineral substances in natural grassland under different nitrogen fertilizing systems. In *Poľnohospodárstvo (Agriculture)*, vol.43, 1997, n.3, pp. 207-216.
- JANČOVIČ, J., ĎURKOVÁ, E., VOZÁR, Ľ. 2006. *Trávne porasty a poľné krmoviny*. 3. nezmenené vyd. Nitra : SPU, 2006. s. 127.
- JANČOVIČ, J., VOZÁR, Ľ., FILLO, M. 2007. Základné agrochemické vlastnosti kambizeme pod trávny porastom v dlhodobom pokuse. In *Ekológia trávneho porastu VII : zborník príspevkov z medzinárodnej*

- vedeckej konferencie pri príležitosti 45. výročia vzniku VÚTPHP. Banská Bystrica : SCPV -VÚTPHP, 2007, s.328 – 332.
- JANČOVIČ, J., VOZÁR, L., BAČOVÁ, S. 2009. Vplyv vysokej dávky dusíka na floristickú skladbu trávnej fytocenózy (Effect of High Nitrogen Dose on Floristical Composition of Grassland Phytocenosis) In *Acta fytotechnica et zootechnica*, roč. 12, 2009, č. 1, s. 17 – 19.
- JEŽÍKOVÁ, O., LIHÁN, E. 1997. Dlhodobé hnojenie aluviálnej lúky pri dvoch pomeroch N: P : K. In *Pol'nohospodárstvo*, roč. 43, 1997, 4-5, s. 303 – 317.
- JOYCE, Ch. 1996. Ochrana nížinných mokrých luk v České republice a Estonsku. In *Aluviální louky – jejich současný stav a možnosti obnov: sborník prací z ochrany přírody*. Praha, 1996, s. 9 - 12.
- KAŠPAROVÁ, J., ŠRÁMEK, P. 2006. Picninárské využití travních porostů. In *Podtatranské Pažite : zborník referátov zo sympózia a vedeckej konferencie s medzinárodnou účasťou*. Pribylina-Levoča 30.6.-4.7.2006. Levočské Lúky 2006, s. 137 -142.
- KELLOGG, E.A. 2001. Evolutionary history of the grasses. In *Plant Physiology*, vol. 125, 2001, N. 3, pp. 1198-1205.
- 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. ISSN 1333- 2415
- KOHOUTEK, A., KOMÁREK, P., ODSTRČILOVÁ, V., NERUŠIL, P. 2002. Vývoj a kvalita trvalého, prisetého a dočasného travního porostu v letech 1991-2001 na stanovišti Jevíčko. In *Ekológia trávneho porastu VI : zborník z medzinárodnej vedeckej konferencie*. Banská Bystrica: VÚTPHP, 2002, s.228-234.
- KOUTECKÁ, V. 1996. Louky severovýchodní části CHKO Poodří. In *Aluviální louky – jejich současný stav a možnosti obnov: sborník prací z ochrany přírody*. Praha, 1996, s. 103 - 108.
- KOVÁČIKOVÁ, Z. 2012. *Vplyv diferencovaného využívania TTP na kvalitu krmu a ekológiu krajiny : dizertačná práca*. Nitra : SPU, 2012, 155 s.
- KRAHULEC, F. 1996. Příčiny druhové diverzity aluviálních luk a možnosti jejich obnovy. In *Aluviální louky – jejich současný stav a možnosti obnov: sborník prací z ochrany přírody*. Praha, 1996, s. 155 - 162.
- KRAJČOVIČ, V. et al. 1997. Zásady manipulácie so vzorkami pre chemické, fyzikálne, fyzikálno-chemické a mikrobiologické analýzy – interný materiál VÚTPHP, Banská Bystrica
- KVĚT, J. 1996. Obecné ekologické funkce nivních luk. In *Aluviální louky – jejich současný stav a možnosti obnov: sborník prací z ochrany přírody*. Praha, 1996, s. 21 - 23.
- LICHNER, S., MORHÁČ, P., ŠANTA, M., FOLKMAN, I. 1977. *Lúky a pasienky*. Bratislava, Příroda, 1977. 423 s.
- MAATHUIS, F. J. M. 2009. Physiological function of mineral macronutrients. In *Current Opinion in Plant Biology*, vol.12, 2009, no.3, p. 250 – 258.
- MICHALEC, M., VARGOVÁ, V., KOVÁČIKOVÁ, Z. 2007. Vplyv dlhodobého hnojenia a využívania TTP na kvalitatívne a kvantitatívne aspekty produkcie. In *Ekológia trávneho porastu VII : zborník príspevkov z medzinárodnej vedeckej konferencie pri príležitosti 45. výročia vzniku VÚTPHP*. Banská Bystrica : SCPV - VÚTPHP, 2007, s. 282 – 288.
- MÍKA, V. 1980. Obsah minerálních látek v trávách. Studie ČSAV č.8, Praha: Akademie, 108s.
- MRKVIČKA, J., VESELÁ, M. 2007. Antropogenní zásahy a sukcese druhů lučního porostu. In *Súčasnost' a perspektívy krmovinárskeho výskumu a vzdelávania v multifunkčnom využívaní krajiny : zborník prác z vedeckej konferencie z medzinárodnou účasťou pri príležitosti 60. výročia založenia Katedry trávnych ekosystémov a kŕmnych plodín*. Nitra : SPU Nitra, 2007, s. 72 - 75.
- NERUŠIL, P., KOHOUTEK, A., KOMÁREK, P., ODSTRČILOVÁ, V. 2007. Koncentrace a odběr minerálních živin trvalým travním porostem na fluvizemi glejové. In *Multifunkční obhospodařování a využívání travních porostů v LFA : sborník příspěvků z mezinárodní vědecké konference*. Rapotín, 2007. s. 164 – 168.
- NOVÁK, J. 2008. *Pasienky, lúky a trávniky*. 1.vyd. Prievdza : Patria I. spol. s r. o, 2008. 708 s.
- ODSTRČILOVÁ, V., KOHOUTEK, A., HRABĚ, F., ROSICKÁ, L., ŠRÁMEK, P., KAŠPAROVÁ, J., KOMÁREK, P., NERUŠIL, P., GAISLER, J., FIALA, J., POZDÍŠEK, J., MIČOVÁ, P., SVOZILOVÁ, M., JAKEŠOVÁ, H. 2007. Vliv intenzity hnojení a frekvence sečení na botanické složení trvalého trávneho porostu. In *Multifunkční obhospodařování a využívání travních porostů v LFA : sborník příspěvků z mezinárodní vědecké konference*. Rapotín, 2007, s. 60 – 68.
- ODSTRČILOVÁ, V., KOHOUTEK, A., JIŘÍČOVÁ, T., JIŘÍČ, M.. 2010. Vliv frekvence sečení a úrovně hnojení na botanické složení trvalého travního porostu na rozhraní Krkonoš a Jizerských hor v průměru roků 2003 - 2009. In *Kvalita píce z travních porostů a chov skotu v měnících se ekonomických podmínkách :sborník z celostátní vědecké konference s mezinárodní účastí*. Kunín ČR, 14.10.2010. Kunín ČR : ŠS Hladké Životice, s.r.o., 2010. s.119-129.

- ONDŘÁŠEK, L. 1985. Hlavné zmeny pedobiologických vlastností lúčneho ekosystému pri rôznej intenzite hnojenia a využívania. In *Ekológia trávneho porastu II :zborník referátov y medzinárodnej vedeckej konferencie*. Banská Bystrica : VÚLP, 1985, s. 22 - 34.
- PRACH, K., STRAŠKRABOVÁ, J. 1996. Úvod. In *Aluviální louky – jejich současný stav a možnosti obnov: sborník prací z ochrany přírody*. Praha, 1996, s. 5 - 6.
- REGAL, V. 1956. Mikroskopická metoda pro hodnocení kvality pícnin. *Rostlinná výroba* č. 6
- RYCHNOVSKÁ, M. 1993. Temperate seminatural grassland of Europe and Asia. In R.T. Coupland (ed.), In *Natural grasslands. Ecosystems of the world*, Vol. 8B. Elsevier, Amsterdam, pp. 125-166
- RYCHNOVSKÁ, M. 1996. Ekosystémové funkce nivních luk. In *Aluviální louky – jejich současný stav a možnosti obnov: sborník prací z ochrany přírody*. Praha, 1996, s. 25 - 33.
- SECORD, R., BLOCH, J.I., CHESTER, S.G.B., BOYER, D.M., WOOD, A.R., WING, S.L., KRAUS, M.J., McINERNEY, F.A., KRIGBAUM, J. 2012. Evolution of the earliest horses driven by climate change in the Paleocene-Eocene thermal maximum. In *Science* vol. 335, 2012, N. 6071, pp. 959-962. ISSN 0036-8075
- STANOVÁ, V., VALACHOVIČ, M. 2002. Katalóg biotopov Slovenska. DAPHNE-Inštitút aplikovanej ekológie, Bratislava. 2002, 226 s.
- TRUUS, L. 1996. Průzkum aluviálních luk v Estonsku. In *Aluviální louky – jejich současný stav a možnosti obnov: sborník prací z ochrany přírody*. Praha, 1996, s. 13 - 19.
- VARGOVÁ, V. 2012. *Floristicko-produkčné charakteristiky dlhodobého hnojenia údolných lúk* : dizertačná práca. Nitra : SPU, 2012, 150 s.
- VELICH, J. 1986. Studium vývoje produkční schopnosti trvalých lučních porostů a drnového prosecu při dlouhodobém hnojení a jeho optimalizace. Praha: Videopres MON., 1986. 162s.
- VITOUSEK, P. M., ABER, J. D., HOWARTH, R. W., LIKENS, G. E., MATSON, P. A., SCHINDLER, D. W., SCHLESINGER, W. H., TILMAN, D. G. 1997. Human alteration of the global nitrogen cycle: sources and consequences. In *Ecological Applications*, 1997, 7, pp. 737-750.
- VOZÁR, L. 2009. *Možnosti využitia prerušovanej výživy dusíkom v mätonohovo-hrebienkovom trávnom poraste*. Nitra : SPU, 2009. 84 s.
- VYKOUKOVÁ, I. – KROMKA, M. 1998. Vplyv výživy a hnojenia na obsah NPK-látok a vlákniny u reznáčky laločnatej a trojštetu žltkastého. In *Poľnohospodárstvo*, roč. 44, 1998, č. 7, s. 513 -522.
- WOODWARD, F.I., LOMAS, M.R., KELLY, C.K. 2004. Global climate and the distribution of plant biomes. In *Philosophical Transactions of the Royal Society of London Biological Sciences*, vol. 359, 2004, N. 1450, pp. 1465-1476.
- ZELENÁ, V. 1996. Poznámky k současnému stavu vegetace v aluviu řeky Moravy v Mohelenské brázdě. In *Aluviální louky – jejich současný stav a možnosti obnov: sborník prací z ochrany přírody*. Praha, 1996, s. 101 - 102.





**Obhospodarovanie trvalých trávnych porastov eliminujúce klimatickú zmenu  
a zabezpečujúce udržateľnosť porastov**

Ing. Vladimíra Vargová, PhD.  
Ing. Zuzana Kováčiková, PhD.  
Ing. Milan Michalec, CSc.

Recenzenti: Ing. Alois Kohoutek, CSc.  
Ing. Václav Míka, DrSc.

Vydal: © CVRV – Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva  
Banská Bystrica

Tlač: Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva  
Banská Bystrica, Mládežnícka 36, 974 21 Banská Bystrica

Rok vydania 2013  
Náklad: 40 ks  
Vydanie: prvé  
Počet strán: 40 strán

**ISBN 978-80-89417-52-0**





