



NÁRODNÉ POĽNOHOSPODÁRSKE
A POTRAVINÁRSKE CENTRUM
VÝSKUMNÝ ÚSTAV TRÁVNÝCH PORASTOV
A HORSKÉHO POĽNOHOSPODÁRSTVA



Diferencovaná výživa trávnych porastov

METODICKÁ PRÍRUČKA

Vladimíra Vargová, Zuzana Kováčiková



NÁRODNÉ POĽNOHOSPODÁRSKE
A POTRAVINÁRSKE CENTRUM
VÝSKUMNÝ ÚSTAV TRÁVNÝCH PORASTOV
A HORSKÉHO POĽNOHOSPODÁRSTVA

Diferencovaná výživa trávnych porastov

Vladimíra Vargová, Zuzana Kováčiková

METODICKÁ PRÍRUČKA

Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum 2021

Diferencovaná výživa trávnych porastov

Autori: Ing. Vladimíra Vargová, PhD.
Ing. Zuzana Kováčiková, PhD.

Editori: Ing. Vladimíra Vargová, PhD.
Ing. Zuzana Kováčiková, PhD.

*© Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum Lužianky
Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva
Banská Bystrica 2021*

ISBN 978-80-89800-18-6

EAN 9788089800186

OBSAH

1. ÚVOD	6
2. PREHĽAD LITERATÚRY	7
3. CIEĽ A METODIKA RIEŠENIA PROBLEMATIKY	13
3.1. Charakteristika experimentálneho územia	13
3.1.1. Orografické pomery	13
3.1.2. Pedologická charakteristika územia	13
3.1.3. Hydrologické pomery	13
3.1.4. Agroklimatická charakteristika územia	14
3.2. Založenie experimentu a spôsob riešenia problematiky	15
4. Výsledky	18
4.1. Vplyv výživy na produkciu sušiny trávnej hmoty	18
4.2. Vplyv výživy na percentuálny podiel produkcie sušiny v kosbách	21
4.3. Vplyv výživy na produkčnú účinnosť dodaných NPK živín	22
4.4. Vplyv výživy na produkčnú účinnosť dodaného dusíka	24
4.5. Vplyv výživy na obsah dusíkatých látok vo fytomase	25
4.6. Vplyv výživy na obsah minerálnych látok vo fytomase	27
4.7. Vplyv výživy na pôdnu reakciu	31
4.8. Vplyv výživy na pôdne vlastnosti	33
5. ZÁVERY	35
6. A ODPORÚČANIA PRE PRAX	37
7. ZOZNAM SKRATIEK	38
8. LITERATÚRA	39
9. PRÍLOHY	43

1. ÚVOD

Trávný 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.

Trávne porasty využívajú 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 jeden z najvýznamnejších pratotechnických zásahov, ktorý ovplyvňuje výšku produkcie sušiny, kvalitu krmiva, spôsobuje zmeny vo floristickom zložení a v mačinovej pôde. Úroveň hnojenia významne ovplyvňuje druhové zloženie porastov a tým kvalitatívnu a kvantitatívnu stránku produkcie. Produkčná schopnosť trávnych porastov je vysoká a zďaleka nie je využitá. Výživa trávnych porastov má v porovnaní s výživou plodín na ornej pôde, niekoľko osobitostí. Značné množstvo organických zvyškov v pôde, ktoré sú bohatým zdrojom uvoľňovania prijateľných živín, rozličná schopnosť koreňov prijímať živiny z menej alebo viac prístupných foriem, väčší počet symbiotických rastlín, husté zastúpenie mikro a makroedafónu nielen podporuje, ale aj znásobuje účinky hnojenia. Celkový úspech hnojenia závisí od pôvodného stavu trávneho porastu, zabezpečenia vodou, od poveternostných a pôdných podmienok, ale aj aplikovaného manažmentu a dĺžky systematického hnojenia.

Optimálna výživa trávnych porastov je jedným z rozhodujúcich racionalizačných pratotechnických opatrení, umožňujúcich realizovať produkčný potenciál trávnych porastov, pri súčasnom zachovaní ich mimoprodukčných funkcií. Výživa trvalých trávnych porastov je tým nástrojom pratotechniky, ktorý do značnej miery rozhoduje o dobrej úrode i kvalite krmu, ale aj o dobrej kondícii a dlhovekosti porastu.

2. PREHĽAD LITERATÚRY

Trávne porasty patria medzi najväčšie prírodné formácie sveta a významne sa podieľajú na výžive ľudstva. Sú zdrojom tovarov, krmiva, energie a prírodného habitu a tiež sú miestom sekvestrácie uhlíka a vody, stabilizujú množstvo riečnych systémov. Súčasný stav vo vzťahu k možnostiam ďalšieho skvalitňovania poľnohospodárskej výroby poukazuje na možnosti trávnych porastov ako potencionálneho zdroja efektívneho získavania objemových krmív (VOZÁR a KOVÁR, 2015). Trávne porasty majú vysokú produkčnú schopnosť, ktorá vyplýva z toho, že zmiešané spoločenstvo komplexnejšie využíva pôdny priestor k príjmu vody, živín i nadzemný priestor k zachyteniu slnečnej energie. Využívajú k fotosyntéze a tiež i k príjmu živín celé vegetačné obdobie a čiastočne i mimovegetačné obdobie, pretože majú po celý rok k dispozícii zelenú listovú plochu. To má veľký význam najmä v podhorských a horských oblastiach s kratším vegetačným obdobím (HOLÚBEK, 2007; VOZÁR a JANČOVIČ, 2014).

Trávne porasty primárne zabezpečujú krm, živiny, palivá a liečivá. Sekundárnou funkciou trávnych porastov je biodiverzita rastlín a živočíchov, ktorá je dôležitá pre udržanie kolobehu živín, vody, energie a funkčnosť ekosystémov. Doplnkovou funkciou trávnych porastov v 21. storočí sa stáva udržanie kvality ovzdušia, viazanie uhlíka, podpora opeľovačov a symbiotických organizmov (NOVÁK, 2008; SKLÁDANKA a kol., 2014). FARBER a kol. (2006) rozdeľuje služby a funkcie trávnych porastov do štyroch kategórií: 1. podporné funkcie (kolobeh živín, primárna produkcia, opeľovači), 2. regulačné schopnosti (viazanie CO₂, prevencia pôdnych strát, udržanie pôdnej štruktúry), 3. zaisťovanie služieb (hry), 4. kultúrne služby (turistika, tvorba krajiny). Všeobecne patrí produkčná funkcia trávnych porastov medzi základné funkcie, pretože zabezpečuje výživu zvierat, človeka, obnovu energie alebo tvorbu surovín (NOVÁK, 2008). Produkčná funkcia je množstvo sušiny vytvorené fotosyntetickou premenou svetelnej energie rastlinami, t.j. transformácia slnečnej energie do produkcie fytomasy (SKLÁDANKA a kol., 2014).

Racionálne hnojenie je účinné opatrenie, ktoré ovplyvňuje pôdnu úrodnosť, výšku a kvalitu úrody, úžitkovosť hospodárskych zvierat, kvalitu životného prostredia a ekonomiku aplikácie (SLAMKA, JANČOVIČ A VOZÁR, 2004). Hnojenie na trávnych porastoch pokladáme za jeden z rozhodujúcich intenzifikačných činiteľov zúrodňovania. Úroveň hnojenia významne ovplyvňuje druhové zloženie porastov, a tým kvantitatívnu a kvalitatívnu stránku produkcie. Potenciálna úrodová schopnosť trávnych porastov je vysoká a zďaleka nie je využitá.

Hnojenie TP zvyšuje úrodu a kvalitu zberanej nadzemnej fytomasy všetkých druhov. Zároveň mení druhové zloženie porastu. Podporuje rozvoj vyšších druhov rastlín, ktoré sú náročnejšie na prístupné živiny. Hnojením môžeme vyvolať pozitívnu sukcesiu, pri ktorej sa rozšíria vysokoprodukčné a kvalitné druhy, alebo negatívnu sukcesiu so zastúpením nežiadúcich prevažne burinových, ruderálnych druhov, ktoré znehodnocujú celkovú krmnú hodnotu porastu (NOVÁK, 2008). Okrem zmien nadzemného habitu sa vplyv hnojenia prejavuje aj zmenami v pôde. Pôsobením na

intenzitu rozkladnej činnosti pôdneho edafónu sa ovplyvňuje množstvo a kvalita organickej hmoty v pôdnom ekosystéme. Organickými hnojivami dodávame navyše organické látky do pôdy. Vyvážené hnojenie dusíkom, fosforom a draslíkom, najmä PK výživa podporuje tvorbu koreňovej hmoty. Trávne porasty možno hnojiť len povrchovo. Hnojením neovplyvníme len výživový režim, ale aj pH, koncentráciu pôdneho roztoku, vodný a svetelný režim, pôdny edafón (NOVÁK, 2008).

Trávne porasty sa na rozdiel od poľných plodín hnoja iba povrchovo. Živiny dodané v hnojivách nemôžu byť porastom bezprostredne a úplne využité v dôsledku fyzikálnej, chemickej a biologickej sorpcie. Takto viazané živiny sú v rôznom rozsahu a rôzne rýchlo využívané v nasledujúcich kosbách a rokoch. Vznikajú však aj rôzne druhy strát aplikovaných hnojív vyplavovaním živín a vyprchaním dusíka a ich prechod do ťažko prístupných foriem (VOZÁR a KOVÁR, 2015).

Aplikáciou hnojív možno ovplyvniť aj zmeny koncentrácie organických a minerálnych látok v sušine nadzemnej fytohmasy trávneho porastu. Tieto zmeny môžu byť primárne, ktoré sú vyvolané zmenou koncentrácie určitého prvku v poraste a sekundárne, ktoré sú vyvolané zmenou podielu druhov a floristických skupín v trávnom poraste (NOVÁK, 2008; SKLÁDANKA a kol., 2014). Celkovo tento vplyv možno hodnotiť podľa JANČOVIČA a kol. (2006) nasledovne: obsah živín v sušine trávnych porastov klesá so znižovaním prístupných živín v pôde a klesá aj so zvyšovaním úrod tzv. zriedovacím efektom v odrastenej biomase. Pri vysokých dávkach dusíkatého hnojenia dochádza však k výrazným zmenám druhového zloženia porastov a väčšinou aj k poklesu druhovej biodiverzity, čo vyplýva z výskumu viacerých autorov (HEJCMAN a kol., 2007; CLARK A TILMAN, 2008).

Dusík má najväčší vplyv na tvorbu krmu z trávnych porastov, čiže má dominujúce postavenie pri zvyšovaní úrod. Plná produkčná účinnosť dusíka predpokladá upravenú pôdnu reakciu a dostatočnú výživu aj ostatnými živinami. Dôležitým predpokladom efektívnosti N hnojenia je aj zodpovedajúca intenzita využívania porastov. Využitie dusíka porastmi sa pohybuje od 50 do 70 %. Závisí od ekologických podmienok, floristického zloženia porastu, obsahu ostatných živín v pôde, termínu hnojenia, dávky dusíka, frekvencie využívania (HOLÚBEK a kol., 2007; VOZÁR a JANČOVIČ, 2014). Produkčná účinnosť dusíka sa pohybuje od 10 – 30 kg sena na 1 kg dodaného dusíka. Z dusíkatých hnojív je najvhodnejší a najpoužívanější liadok amónny s vápencom (25 – 30 % N) a rýchlo pôsobiaci liadok vápenatý. Odporúča sa aplikácia na jar a po kosbách a cykloch pasenia. Na kyslejších pôdach, kde hodnoty pH klesajú pod 6, nie je vhodný síran amónny (21 % N). Močovina je najkoncentrovanejšie tuhé hnojivo (46 % N %). Má podobný efekt ako liadok amónny s vápencom, ale menšiu účinnosť na pôdach s pH nad 6 a pri hnojení počas vegetácie v júni a neskôršie. Tekuté minerálne hnojivá, tekutý čpavok, DAM sú menej vhodné. Aj ďalšie kombinované hnojivá nie sú veľmi efektívne pre relatívne nízky obsah N ku fosforu a draslíku. Ak je kritérium dávka dusíka, aplikuje sa zbytočne veľa P a K.

Dávky dusíka sa vždy stanovujú s ohľadom na stanovištné podmienky, floristickú skladbu a najmä na požadovanú úroveň úrod a intenzitu využívania. Porasty s vyšším

zastúpením leguminóz a taktiež dočasné porasty v prvých rokoch po založení porastu hnojíme menšími dávkami $50 - 70 \text{ kg.ha}^{-1}$. Na dočasné trávne porasty s malým podielom leguminóz aplikujeme nižšie dávky dusíka (okolo 120 kg.ha^{-1}). Aplikácia dusíkatých hnojív je vždy v jarnom období na začiatku vegetačného obdobia. Základným predpokladom efektívnosti hnojenia je zodpovedajúca frekvencia využívania. Dvojkosné lúky využijú dávku dusíka $80 - 120 \text{ kg.ha}^{-1}$, trojkosné, štvorkosné a intenzívne využívané pasienky $150 - 170 \text{ kg.ha}^{-1}$. Maximálna jednorázová dávka dusíka na lúku je $100 - 120 \text{ kg.ha}^{-1}$ a na pasienok $30 - 60 \text{ kg.ha}^{-1}$. Novozaložené trávne porasty hnojíme v prvých 3 – 4 rokoch nižšími dávkami dusíka ($50 - 60 \text{ kg.ha}^{-1}$), a tým vytvárame priaznivejšie podmienky pre počiatočný vývin rizomatických tráv s pomalým vývinom a s nízkou konkurenčnou schopnosťou. Nitrátová direktíva limituje maximálnu dávku dusíka na 170 kg.ha^{-1} , minerálne hnojivá sa aplikujú delene pričom jednorázová dávka nesmie prekročiť 60 kg.ha^{-1} (NOVÁK, 2008; VOZÁR a JANČOVIČ, 2014).

Fosfor priaznivo ovplyvňuje kvalitu a obsah fosforu v krmive. Na pôdach s nedostatkom prístupného fosforu (do 20 mg) má krmivo iba $1,5 - 2 \text{ g.kg}^{-1}$ fosforu v sušine. Hnojením možno dosiahnuť obsah $2,5 - 3 \text{ g.kg}^{-1}$ P v sušine, ktorý zodpovedá pôdam s dobrou zásobou, nad 35 mg, a vyhovuje požiadavkám výživy dobytku. Využitie fosforu pri hnojení trávnych porastov je v porovnaní s poľnými plodinami viac než dvojnásobné (15 – 40 %). Zo začiatku je využitie nižšie, ale s počtom rokov aplikácie fosforečných hnojív sa zvyšuje. Po absencii hnojenia má fosfor pomerne dlhé následné pôsobenie. Produkčná účinnosť fosforu sa pohybuje od 12 – 25 kg sena na 1 kg dodaného fosforu. Veľkú účinnosť má fosfor na rašelinových pôdach, kde sa uplatňuje jeho priaznivý vplyv na mikrobiálnu činnosť a uvoľňovanie živín z organických väzieb. Najväčšiu účinnosť má P pri súčasnom draselnom alebo dusíkato-draselnom hnojení, najmä pri animálnom hnojení. Termín hnojenia fosforom je spravidla na jar alebo na jeseň (HOLÚBEK a kol., 2007). Na zásobu fosforu v pôde má vplyv pH, vlhkosť a mikrobiologická aktivita. Čím je viac znížená prijateľnosť zásoby fosforu rastlinami v pôde, tým je efekt fosforečného hnojenia väčší (NOVÁK, 2008; ŠANTRÚČEK, 2007).

Fosforečné hnojivá sa používajú vo forme prírodných fosfátov, ktoré umožňujú vysokú mikrobiologickú aktivitu. Fosfor je v pôde málo pohyblivý, je živinou s vysokou retenciou v pôde, preto nedochádza k jeho vyplavovaniu do podzemných vôd. Hlavným fosforečným hnojivom TP je superfosfát (6,5 – 8,5 -20 %P). Fosforečné hnojenie sa prejavuje zvýšením podielu leguminóz, čím ovplyvňuje kvalitu krmu. Dávky fosforu závisia od pôdnej zásoby a jeho odberu úrodami. Ročné dávky fosforu sa pohybujú od $30 - 50 \text{ kg.ha}^{-1}$ a možno s ním hnojiť aj do zásoby na 2 až 3 roky. Zpracovaním 20 t.ha^{-1} maštalného hnoja dobrej kvality sa dodá 20 kg.ha^{-1} fosforu a 100 kg.ha^{-1} draslíka čo vystačí na 2 roky. Na pôdach s dostatočnou zásobou fosforu, nad 40 mg, hnojíme dávkou podľa odberu úrodou, a to 3 kg P na 1 t suchého krmu. Pri nižšom obsahu fosforu v pôde je potrebné zo začiatku dávky zvýšiť o 50 – 100 %. Až 90 % lúčnych pôd má malú zásobu prístupného fosforu v pôde v dôsledku nedostatočného

hnojenia. Obsah fosforu v sušine kvalitného krmiva z produkčného porastu by mal byť $2,5 - 3 \text{ g.kg}^{-1}$.

Draslík prijímajú trávne porasty v značne vyšších množstvách než je potrebné aj pre najvyššie úrody (tzv. luxusný príjem). Tento nadbytočný príjem nastáva pri hnojení väčšími dávkami. V našich pôdach je draslíka často prebytok, ktorý vyplýva z vysokého obsahu v pôdotvorných substrátoch. Pri nadbytku draslíka sa narúša proces fotosyntézy, znižuje sa obsah vodorozpustných sacharidov a zhoršuje sa chuťnosť a prijateľnosť krmu pre zvieratá (HOLÚBEK a kol., 2007; VOZÁR a JANČOVIČ, 2014). Ak je odber draslíka pri intenzívnom využívaní TP vysoký, môže to spôsobiť zníženie podielu leguminóz. Koncentrácia draslíka v rastlinách je $2 - 6 \%$, potreba zvierat je oveľa nižšia (1%). Vysoká koncentrácia K v nadzemnej fytomase znižuje kvalitu krmu a vitalitu zvierat. Častá aplikácia draslíka vo forme animálnych hnojív (hnojovica, močovka) spôsobuje vysokú koncentráciu draslíka v pôde a dochádza k rozširovaniu ruderalných druhov (NOVÁK, 2009).

Z draselných hnojív je najvhodnejšia $40 - 60 \%$ draselná soľ ($33 - 50 \%$ K). Menej koncentrované draselné soli, najmä kainit, sú bohatšie na sodík, ktorý zlepšuje chuťnosť krmu. U draslíka platí zásada, že pri jeho obsahu v pôde pod 100 mg je hnojenie potrebné. Dôležitou informáciou o potrebe hnojenia draslíkom môže byť jeho obsah v krme. Pri obsahu nad 20 g.kg^{-1} v sušine lúčneho krmu a nad 22 g.kg^{-1} v sušine pasienkového porastu, nie sú úrody limitované nedostatkom draslíka. Optimálny obsah draslíka v sušine krmu je $20 - 22 \text{ g.kg}^{-1}$ a pre výživu dobytka najlepšie vyhovuje obsah $10 - 15 \text{ g.kg}^{-1}$ K v sušine.

Vplyv hnojenia na produkciu a kvalitu sušiny

Hnojenie zvyšuje produkciu vyprodukovanej biomasy všetkých zastúpených druhov v poraste. Produkcia sušiny trávneho porastu je závislá od distribúcie a spôsobu využitia asimilátov medzi nadzemnou a podzemnou časťou trávneho porastu, pričom je potrebné zohľadniť úbytok sušiny v procese respirácie (VOZÁR a JANČOVIČ, 2014). Pre účinok hnojenia má veľký význam pôvodný stav porastu a jeho výkonnosť. Na pôvodne menej hnojených alebo nehnojených TP je prvý rok hnojenia charakteristický najnižšou produkciou sušiny. Hnojenie sa najprv využije v sorpčnom komplexe a autochtónnymi spoločenstvami pôdnych mikroorganizmov. Druhý rok hnojenia a využívania je typický zvýšenou intenzitou mineralizácie pôdnej organickej hmoty a zväčšením množstva odumretých koreňov vyvolávajúcich sukcesiu porastu, čo sa prejaví aj výrazným zvýšením úrod (VELICH, 1986). Po vyčerpaní uvoľnených živín dochádza k $1 - 2$ ročnej depresii v úrodách sušiny, po ktorej nasleduje režim adaptácie porastov novým podmienkam. V nich už variabilitu úrod zapríčiňujú väčšinou klimatické faktory (KRAJČOVIČ, 1997). Úrodová variabilita trávnych porastov v závislosti od ekologických podmienok a obhospodarovania TP je mimoriadne veľká ($1 - 15 \text{ t.ha}^{-1}$). Už samotné PK hnojenie zvyšuje variabilitu úrod, a to predovšetkým v dôsledku vyššej variability podielu tráv a leguminóz v porastoch a kosbách, pričom

zníženie druhovej diverzity má menší význam (HOLÚBEK a kol., 2007). Podstatne viac je absolútna variabilita úrod zvyšovaním stupňovaním dávok dusíkatého hnojenia. Konečný efekt správneho hnojenia nezáleží len od úrovne dosiahnutých úrod a kvality krmu, ale i od správneho využívania porastov a najmä od zhodnotenia krmu v živočíšnej výrobe. Zlepšenie obhospodarovania trávnych porastov by malo viesť k tomu, aby bola zlepšená úžitkovosť hospodárska a zároveň sa udržala kultúrna krajina. Násť súlad medzi zachovaním biodiverzity druhov a hospodárskym využívaním trávnych porastov je v súčasnosti hľadané optimum. Zvolený konkrétny spôsob a intenzita využívania porastov sa následne odráža ako v produkcii a kvalite krmu, tak aj v zmenách ich druhovej skladby a celkového charakteru (GAISLER a FIALA, 2003; NILSDOTTER-LIND a kol., 2002).

Obsah minerálnych látok nadzemnej fytomasy je značne ovplyvnený obsahom prístupných živín v pôde a musí byť vo vzájomnej harmónii, aby nedošlo k zdravotným problémom zvierat. Pomer P : Ca patrí medzi najdôležitejšie. Normovaná potreba je 1 : 1,50 – 2,00. Nedostatok fosforu spôsobuje nechutenstvo. Pomer Na : K by mal byť 1 : 2,60, v zahraničí sa uvádza širší pomer 1 : 10 – 20. Pri dlhšie trvajúcom prebytku draslíka v krmu, nastáva nechutenstvo, znižuje sa plodnosť zvierat a klesá príjem energie z krmiva (NOVÁK, 2008). Obsah draslíka v krmu je z hľadiska požiadaviek zvierat vždy nadbytočný. Nadmerný obsah K v dôsledku antagonistického pôsobenia znižuje príjem a obsah vápnika, horčíka a sodíka v krmu a súčasne spôsobuje jeho vylučovanie zvieratami. Pri nedostatku sodíka sa znižuje spotreba krmiva, v dôsledku čoho zvieratá prijímajú menej energie. Optimálny pomer K : (Ca + Mg) by nemal prekročiť hodnotu 2,20, v zahraničí sa uvádza širší pomer 2,50 – 3,00. Prekročenie jeho hornej hranice môže vyvolať tzv. pasienkovú tetaniu zvierat najmä na jar v mladom, čerstvom krmu.

Vplyv hnojenia na pôdne vlastnosti

Pôda je kľúčovým a mimoriadne cenným zdrojom pre človeka. V súčasnosti chápeme význam pôdy hlavne z pohľadu produkcie potravín (BEZÁK a kol., 2012). Pôda, konkrétne pôdny kryt zohráva ako jedna zo základných zložiek životného prostredia významnú úlohu z dvoch hľadísk, a to zohľadnením jej produkčných a mimoprodukčných funkcií (akumulácia vody, filtrácia, imobilizácia znečisťujúcich látok, akumulácia uhlíka). Je to výrazný krajinotvorný prvok s obrovským regulačným a detoxikačným potenciálom (KOZBA a kol., 2012). Pôdny kryt spolu s využívaním krajiny a zmenami v jej využívaní patria k najvýznamnejším činiteľom, ktoré ovplyvňujú funkcie pôdy a služby ekosystémov (MAKOVNÍKOVÁ a kol., 2012). VILČEK a BUJNOVSKÝ (2008) uvádzajú, že význam pôdy je významný vo väzbe na jej využívanie z aspektu produkcie dostatku kvalitných potravín a dostatku pitnej vody – čo bezprostredne ovplyvňuje kvalitu života človeka, ako aj z pohľadu riešenia ďalších celospoločenských a environmentálnych problémov. Pri identifikovaní funkcií pôdy v ekosystémoch je dôležitá skutočnosť, že funkcie pôdy konkrétnej lokality sú optimálne z hľadiska špecifického ekoregiónu (WARKENTIN, 1995).

Vlastnosti pôd sú ovplyvňované edafickými faktory ako geologický podklad, pôdny druh a pôdny typ (SKLÁDANKA a kol., 2014). Dostupnosť živín v pôde je však všeobecne nízka

a mení sa pôsobením zrážok, teploty, vetra, pôdneho typu a pôdnej reakcie (MAATHUIS, 2009). Intenzívne dusíkaté hnojenie spôsobuje silné odčerpávanie živín a zvyšovanie kyslosti pôdy (JANČOVIČ, 2002). Hnojenie ovplyvňuje zmeny nadzemného habitu, množstvo a kvalitu organickej hmoty v pôde. Vyvážené hnojenie mierne zvyšuje intenzitu rozkladu pôdnej organickej hmoty a súčasne zvyšuje tvorbu koreňovej hmoty (HOLÚBEK a kol., 2007). Do pôdy pod trávny porast sa dostávajú aj živiny z opadu po mineralizácii, aj dusík pútaním hrčkotvornými baktériami a fosfor mycéliom mykoríznych húb (NOVÁK, 2008).

Značné množstvo organických zvyškov v pôde, ktoré sú bohatým zdrojom uvoľňovania prijateľných živín, rozličná schopnosť koreňov prijímať živiny z menej alebo viac prístupných foriem, väčší počet symbiotických rastlín, husté zastúpenie mikro a makroedafónu nielen podporuje, ale aj znásobuje účinky hnojenia. Koreňový systém trvalých trávnych porastov zvyšuje obsah organickej hmoty v pôde a tým významne pôsobí ako protierózný činiteľ. Hnojenie aj pri nízkych dávkach dusíka vplýva na obsah organickej hmoty v pôde GERNDTOVÁ (2011).

SKLÁDANKA a kol. (2014) uvádza, že vyvážené NPK– hnojenie a PK– hnojenie mierne zvyšuje intenzitu rozkladu organickej hmoty. Súčasne však zvyšuje tvorbu koreňovej hmoty. Jej odumieraním sa obsah humusu v pôde udržiava v podstate na rovnakej úrovni ako na nehnojených porastoch. Trávne porasty intenzívne hnojené iba minerálnymi hnojivami, na rozdiel od ornej pôdy, si udržujú dostatočný obsah humusu v pôde a nevyžadujú organické hnojenie. Celkový úspech hnojenia závisí od pôvodného stavu trávneho porastu, jeho zabezpečenia vodou, od klimatických a pôdnych podmienok, od spôsobu a frekvencie využívania a dĺžky času systematického hnojenia (MICHALEC, 2001).

3. CIEĽ A METODIKA RIEŠENIA

Cieľom experimentu bolo posúdiť vplyv diferencovanej výživy dusíka ($50 - 200 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$), fosforu ($7,5 - 60 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) a draslíka ($20 - 160 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) pri dvoch pomeroch NPK živín $1 : 0,3 : 0,8$ a $1 : 0,15 : 0,4$ na produkčný potenciál trávneho porastu.

3.1. Charakteristika experimentálneho územia

3.1.1. Orografické pomery

Veľká Lúka sa nachádza na rovinatej lúke v západnej časti Zvolenskej kotliny v nadmorskej výške 350 m s GPS súradnicami (N $48^{\circ} 37'$; E $19^{\circ} 10'$). Sever katastrálneho územia tvorí hranice zvolenského a banskobystrického okresu.

3.1.2. Pedologická charakteristika územia

Edafické pomery stanovišta: geologický substrát – aluviálne naplaveniny, pôdny typ bol fluvizem. Fluvizeme majú ochranný nívový A – horizont, sú prevažne slabo kyslé, zrnitosť 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, 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 pred založením pokusu (rok 1961)

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

3.1.3. Hydrologické pomery

Stanovište patrí do povodia rieky Hron. Obcou preteká potok Lukavica, ktorý pramení v Dolnej Mičinej a vlieva sa do Hrona. Povodie zaberá $35,87 \text{ km}^2$. Odtokové pomery sú priaznivé, čo je spôsobené zrnitosťou 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.

3.1.4. Agroklimatická charakteristika územia

Územie je zaradené do agroklimatického okrsku T7 - teplý, mierne vlhký, s chladnou zimou, s teplotou v januári $\leq -3^{\circ}\text{C}$. Dlhodobý priemer zrážok za rok je 780 mm a za vegetáciu 430 mm. Priemerná denná teplota za rok je $9,6^{\circ}\text{C}$ a za vegetáciu $16,5^{\circ}\text{C}$. Charakteristika poveternostných podmienok je uvedená v tabuľke 2 a 3. V roku 2016 bolo vegetačné obdobie charakteristické vyššími priemernými teplotami v letnom období ($19,5^{\circ}\text{C}$; $20,4^{\circ}\text{C}$; $18,4^{\circ}\text{C}$) a nízkym úhrnom zrážok v jarnom (25 mm – marec a 35 mm – apríl) a jesennom období (43 mm – september) (tab. 2).

Tabuľka 2 Priemerné úhrny zrážok (mm)

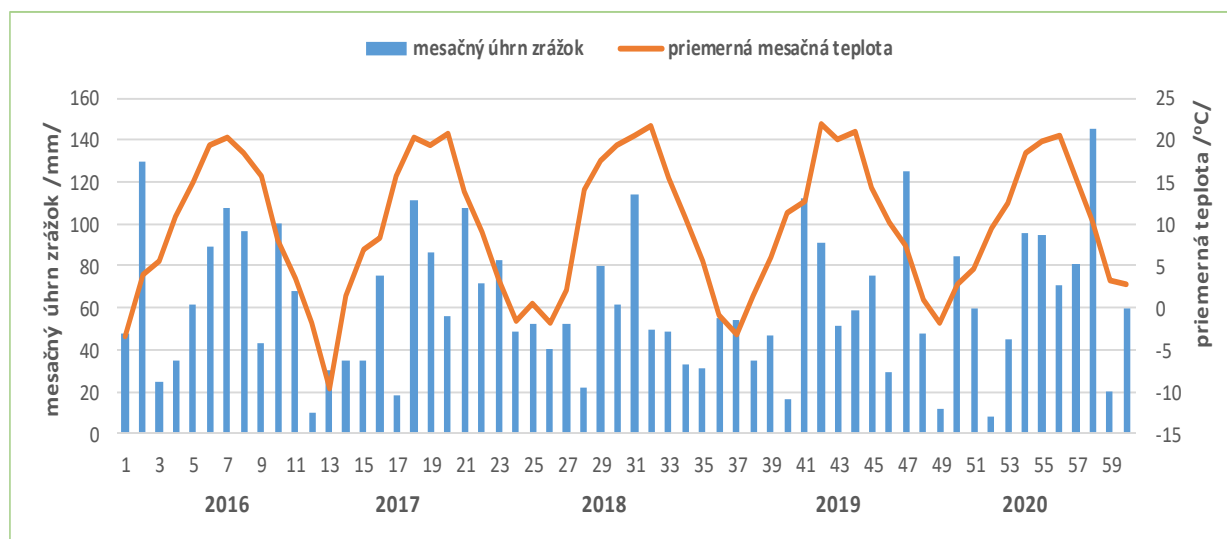
Mesiace /Rok	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	IV.- IX.	I.- XII.
2016	48	130	25	35	62	89	108	97	43	100	68	10	434	815
2017	30	35	35	75	18	111	86	56	108	72	83	49	454	758
2018	52	40	52	22	80	62	114	50	49	33	31	55	328	591
2019	54	35	47	16	112	91	51	59	75	29	125	48	404	742
2020	12	85	60	8	45	96	95	71	81	145	20	60	396	778

Najvyššie množstvo zrážok bolo vo februári (130 mm). Priemerná teplota za vegetačné obdobie bola $16,7^{\circ}\text{C}$ (tab. 3) s úhrnom zrážok 434 mm (graf 1). Rok 2017 mal počas vegetácie úhrn zrážok 454 mm (o 20 mm viac ako v roku 2016) s nízkym úhrnom zrážok v máji (18 mm) a auguste (56 mm). Najviac zrážok spadlo v júli a septembri, v týchto mesiacoch bol aj najväčší počet dní so zrážkami 5 a viac mm, pričom priemerné mesačné teploty vzduchu boli najvyššie (tab. 3). Priemerná teplota vzduchu za vegetačné obdobie v tomto roku bola $16,4^{\circ}\text{C}$, čo je menej o $0,03^{\circ}\text{C}$ ako v roku 2016. Rok 2018 bol zrážkovo podnormálny, za vegetáciu spadlo len 328 mm, pričom najnižší úhrn zrážok bol v apríli (22 mm). Najviac zrážok bolo v júli (114 mm) spolu s druhou maximálnou priemernou mesačnou teplotou $20,6^{\circ}\text{C}$.

Tabuľka 3 Priemerné mesačné teploty vzduchu ($^{\circ}\text{C}$)

Mesiace /Rok	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	IV.- IX.	I.- XII.
2016	-3,4	3,9	5,5	10,9	15,1	19,5	20,4	18,4	15,8	8,2	3,4	-1,7	16,7	9,7
2017	-9,7	1,4	6,9	8,4	15,6	20,3	19,5	20,8	13,9	9,0	3,5	-1,6	16,4	9,0
2018	0,5	-1,7	2,1	14,0	17,6	19,3	20,6	21,6	15,5	10,9	5,6	-0,8	18,1	11,8
2019	-3,2	1,4	6,1	11,4	12,7	22,0	20,1	20,9	14,3	10,2	7,5	0,9	16,9	10,4
2020	-1,8	2,9	4,6	9,6	12,5	18,5	19,8	20,6	15,5	10,3	3,2	2,7	16,1	9,9

Obrázok 1 Walterov klimatogram za roky 2016 -2020



3.2. Založenie experimentu a spôsob riešenia problematiky

Poľný pokus bol založený v roku 1961 na Veľkej Lúke metódou znáhodnených blokov v štyroch opakovaníach, s veľkosťou pokusnej parcely 32 m² (4 x 8 m). V príručke uvádzame roky 2016 – 2020. Schéma pokusu je uvedená v tabuľke 4. Experiment pozostával z desiatich variantov s rôznou úrovňou hnojenia. Varianty hnojenia sú uvedené v tabuľke 5.

Tabuľka 4 Schéma 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

Tabuľka 5 Variantné prevedenie pokusov

Variant	Popis	Pomer živín
1.	nehnojená kontrola	–
2.	hnojená 22 kg P; 41,5 kg K	–
3.	50 kg N : 15,0 kg P : 40 kg K	(1 : 0,30 : 0,8)
4.	100 kg N : 30,0 kg P : 80 kg K	(1 : 0,30 : 0,8)
5.	150 kg N : 45,0 kg P : 120 kg K	(1 : 0,30 : 0,8)
6.	200 kg N : 60,0 kg P : 160 kg K	(1 : 0,30 : 0,8)
7.	50 kg N : 7,5 kg P : 20 kg K	(1 : 0,15 : 0,4)
8.	100 kg N : 15,0 kg P : 40 kg K	(1 : 0,15 : 0,4)
9.	150 kg N : 22,5 kg P : 60 kg K	(1 : 0,15 : 0,4)
10.	200 kg N : 30,0 kg P : 80 kg K	(1 : 0,15 : 0,4)

Skoro na jar bola aplikovaná prvá dávka hnojív (65 % N a celá dávka P a K) a po prvej kosbe bola dodaná druhá dávka N (35 %). Dusík bol aplikovaný vo forme liadku amónneho s vápencom (27,5 %), fosfor vo forme superfosfátu (19 %) a draslík vo forme draselnjej soli (52,23 %). Porasty boli využívané 3 kosbami. Termíny kosieb boli tri, prvá: začiatok klasenia prevládajúcich druhov tráv, druhá: 6 – 8 týždňov po prvej kosbe a tretia: 8 – 10 týždňov po druhej kosbe. Po skosení variantov bola odobratá priemerná vzorka zelenej fytomasy (cca 500g) na stanovenie produkcie sušiny a chemické analýzy.

Produkčná schopnosť

Produkčná schopnosť porastu sa zisťovala pri každej kosbe pomocou úrody sušiny ($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$).

Produkčná účinnosť dodaných živín

Určili sme ju pomocou koeficienta naturálnej efektívnosti (FECENKO a LOŽEK, 2000) K_{NE} , ktorý vyjadruje koľko kg prírastku úrody sa vyprodukuje aplikovaním 1 kg živín. Vypočítame ho podľa vzťahu:

$$K_{NE} = \frac{U}{Z}$$

U – prírastok úrody v kg v dôsledku hnojenia, Z – dávka živín v kg

Stanovenie obsahu živín

Vestník Ministerstva pôdohospodárstva Slovenskej republiky Ročník XXXVI 10. september 2004 Čiastka 22/101. V priemerných vzorkách krmiva sa zisťovali v zmysle platných legislatívnych predpisov – Výnos MP SR č. 2145/2004–100 o úradnom odbere vzoriek a o laboratórnom posudzovaní a hodnotení krmív, ktorým sa mení a dopĺňa výnos Ministerstva pôdohospodárstva Slovenskej republiky č. 1497/4/1997–100 o úradnom odbere vzoriek a o laboratórnom skúšaní a hodnotení krmív v znení výnosu Ministerstva pôdohospodárstva Slovenskej republiky č. 2145/2004–100 nasledovné ukazovatele:

- obsah sušiny: vázkovo, sušením pri teplote $103 \pm 2^\circ\text{C}$
- dusíkaté látky: Kjeldahlovou metódou ($N \times 6,25$) a kolorimetricky na prietokovom analyzátore Skalár
- tuk: extrakčnou metódou podľa Soxhlett – Henkela
- popol: vázkovo, spálením vzorky pri teplote 550°C v Mufľovej peci

Stanovenie obsahu minerálnych látok

- stanovenie Ca, Na, K – Plapho 4
- stanovenie Mg – Analyzátor Agilent 240AA
- stanovenie P – kolorimetricky na prietokovom analyzátore Skalár

Pôdne rozbor

Pôdne vzorky sme odoberali každoročne na jeseň z hĺbky 0 – 150 mm. Rozbor pôd sa robil podľa Vyhlášky ministerstva pôdohospodárstva a rozvoja vidieka SR z 21.marca 2016 Zz.č.151/2016.

- stanovenie výmennej pôdnej reakcie v KCl (pH/KCl) – potenciometricky
- stanovenie celkového dusíka – mineralizácia v kyseline sírovej za prítomnosti zmesného katalyzátora K_2SO_4 a $CuSO_4$ a následná analýza na prietokovom analyzátore Skalár
- stanovenie organického uhlíka C_{ox} – oxidácia chromsírovou zmesou. Množstvo nespotrebovaného dichrómanu sa stanoví titračne
- stanovenie humusu – % humusu = % C_{ox} x 1.724

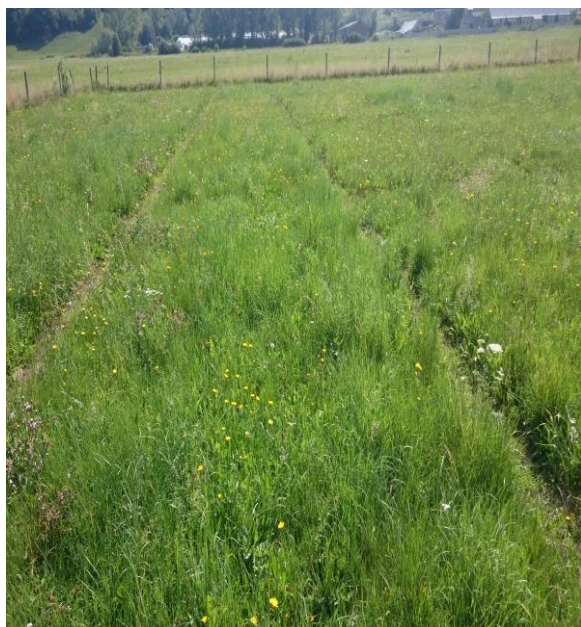
Stanovenie prijateľných živín

Extrakcia pôdy podľa Melicha III, z tohto extraktu sa stanovuje P, Mg, K, (Ca, Na).

- stanovenie Ca, Na, K – Plapho 4
- stanovenie Mg – Analyzátor Agilent 240AA
- stanovenie P – kolorimetricky na prietokovom analyzátore Skalár

Spôsob vyhodnocovania výsledkov experimentov a použité matematicko-štatistické metódy

Štatistická významnosť rozdielu všetkých a jednotlivých variantov oproti kontrolnému variantu sa určila pomocou metódy analýzy rozptylu ANOVA pomocou Tukeyovho testu na hladine významnosti 0,05.



Hnojené porasty pred 2. kosbou

4. VÝSLEDKY

4.1. Vplyv výživy na produkciu sušiny trávnej hmoty

Hnojenie zvyšuje produkciu fytohmoty v poraste. Produkcia je závislá od distribúcie a spôsobu využitia asimilátov medzi nadzemnou a podzemnou časťou trávneho porastu, pričom je potrebné zohľadniť úbytok sušiny (CRAINE, 2009). Produkcia sušiny trávneho porastu na jednotlivých variantoch počas sledovaných rokov je uvedená v tabuľkách P 1 – P 6.

V priemere rokov bola najnižšia produkcia sušiny $3,95 \text{ t.ha}^{-1}$ na nehnojenom variante (tab. 6). Fosforečno-draselné hnojenie (variant 2) zvýšilo produkciu sušiny o $1,2 \text{ t.ha}^{-1}$, čo predstavuje 30,4 %-né zvýšenie. Varianty s pomerom živín 1 : 0,3 : 0,8 dosiahli úrodu sušiny od $5,87 \text{ t.ha}^{-1}$ na variante 3 do $8,57 \text{ t.ha}^{-1}$ na variante 6. Tento variant, s dávkou dusíka 200 kg (+60 kg P, 160 kg K), zvýšil produkciu sušiny dvojnásobne (116,9 %) v porovnaní s nehnojenou kontrolou. Pri variantoch 3 – 5 s dávkami dusíka 50 – 150 kg.ha^{-1} sa zvýšila úroda sušiny o 48,6 až 100,7 %, čo predstavuje zvýšenie produkcie sušiny o $1,92$ – $4,62 \text{ t.ha}^{-1}$. Pri druhom pomere 1 : 0,15 : 0,4 oscilovala produkcia sušiny od $5,88$ (variant 7) do $8,11 \text{ t.ha}^{-1}$ (variant 10). Najväčšie zvýšenie o $4,16 \text{ t.ha}^{-1}$ produkcie sušiny sme zaznamenali na variante 10. Uvedený pomer nezvýšil produkciu sušiny v takom rozsahu ako prvý pomer 1 : 0,3 : 0,8.

Tabuľka 6 Produkcia sušiny v rokoch 2016 – 2020

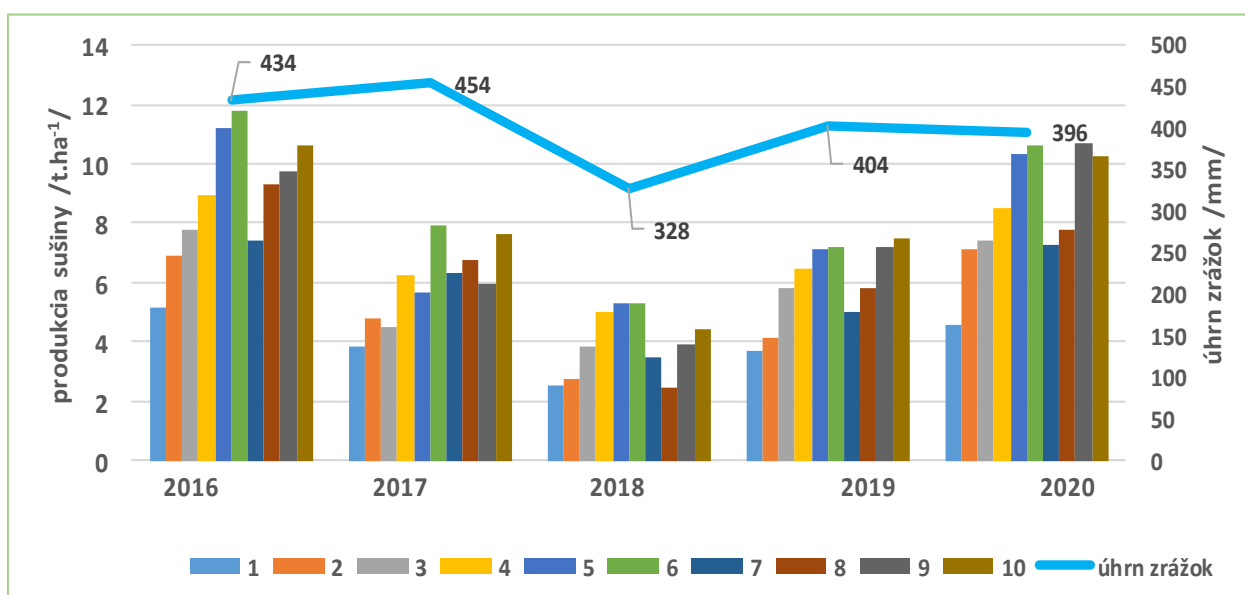
Variant	2016	2017	2018	2019	2020	Spolu	% zvýšenie
	t.ha^{-1}	t.ha^{-1}	t.ha^{-1}	t.ha^{-1}	t.ha^{-1}		
1	5,17	3,84	2,52	3,66	4,54	3,95a	-
2	6,93	4,80	2,77	4,13	7,11	5,15ab	30,4
3	7,76	4,50	3,83	5,83	7,42	5,87abc	48,6
4	8,96	6,22	5,04	6,46	8,54	7,04bc	78,2
5	11,24	5,65	5,30	7,12	10,33	7,93bc	100,7
6	11,81	7,95	5,32	7,17	10,61	8,57c	116,9
7	7,44	6,30	3,44	5,00	7,24	5,88abc	48,8
8	9,29	6,75	2,42	5,80	7,78	6,41abc	62,3
9	9,76	5,98	3,94	7,19	10,69	7,51bc	90,1
10	10,66	7,65	4,45	7,51	10,26	8,11c	105,3

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

Za sledované obdobie bola produkcia sušiny na nehnojenom variante najnižšia ($2,52 \text{ t.ha}^{-1}$) v roku 2018 (tab. 6). Výrazne vyššia produkcia sušiny $5,17 \text{ t.ha}^{-1}$ sa zaznamenala v roku 2016. V ostatných rokoch predstavoval nárast zvýšenie o 1,14 až $2,02 \text{ t.ha}^{-1}$. Variant 2 (PK hnojenie) zvýšil produkciu sušiny oproti kontrole vo všetkých rokoch. Produkcia sušiny v jednotlivých rokoch oscilovala od 2,77 do $7,11 \text{ t.ha}^{-1}$. Najvyššiu úrodu sme zaznamenali v 2020.

Varianty 3 – 6 mali najnižšiu produkciu sušiny v roku 2018. Pohybovala sa v rozpätí od 3,83 – 5,32 t.ha⁻¹. Výšku úrody ovplyvňovali nízky úhrn zrážok počas vegetácie (328 mm) a vysoká priemerná teplota (18,1 °C). Roky 2016 a 2020 mali najvyššiu produkciu sušiny. Variant 6 (200 kg N, 60 kg P, 160 kg K) dosiahol maximálnu produkciu sušiny 11,81 t.ha⁻¹ v roku 2016. Obdobie 2017 až 2019 poskytlo výrazne nižšiu produkciu sušiny (5,32 – 7,95 t.ha⁻¹). Hnojenie dusíkom v dávke 50 kg.ha⁻¹ (+15 kg P, 40 kg K) zabezpečilo úrodu trávnej hmoty v rozmedzí od 3,83 t.ha⁻¹ (2018) do 7,76 t.ha⁻¹ (2016). Variant 4 s dávkou dusíka 100 kg.ha⁻¹ (+30 kg P, 80 kg K) mal produkciu sušiny počas sledovaných rokov od 5,04 – 8,96 kg.ha⁻¹. Pri porovnaní s variantom 3 bolo zvýšenie úrod o 0,63 do 1,72 t.ha⁻¹ (2017). Varianty 5 a 6 mali v jednotlivých rokoch takmer vyrovnanú produkciu sušiny. Výnimku predstavoval rok 2017, kedy na variante 5 s dávkou dusíka 150 kg.ha⁻¹, bola úroda trávnej hmoty nižšia, až o 2,3 t.ha⁻¹. Hnojenie dusíkom v dávke 200 kg.ha⁻¹ podstatne zvýšilo produkciu sušiny. Najvýraznejší nárast až o 4,05 t.ha⁻¹ bol v roku 2016, pri porovnaní s variantom 3 (50 kg N.ha⁻¹, +15 kg P, 40 kg K).

Obrázok 2 Graf produkcie sušiny a úhrn zrážok v období rokov 2016 -2020



Rovnako, aj na variantoch 7 – 10 sa zistila najnižšia produkcia sušiny v roku 2018 a najvyššia v roku 2016 a 2020. Variant 7 s dávkou dusíka 50 kg.ha⁻¹ (+7,5 kg P, 20 kg K) mal produkciu sušiny od 3,44 (2018) do 7,44 t.ha⁻¹ (2016). Hnojenie dusíkom v dávke 100 kg.ha⁻¹ (+15 kg P, 40 kg K) poskytlo úrodu trávnej hmoty na úrovni od 2,42 t.ha⁻¹ do 9,29 t.ha⁻¹. Pri porovnaní variantov 7 a 8 sme v roku 2018 zaznamenali pokles úrody o 1,02 t.ha⁻¹ na variante s vyššou dávkou dusíka. V ostatných rokoch bola úroda takmer vyrovnaná, okrem roku 2016, kedy bol evidovaný nárast v produkcii sušiny o 1,85 t.ha⁻¹. Variant 9 s dávkou dusíka 150 kg.ha⁻¹ (+ 30 kg P, 80 kg K) dosiahol produkciu sušiny od 3,94 t.ha⁻¹ (2018) do 10,69 t.ha⁻¹ (2020). V rokoch 2018 – 2020 dávka 150 kg N.ha⁻¹ zvýšila úrodu trávnej hmoty o 1,39 – 2,91 t.ha⁻¹ pri porovnaní s dávkou 100 kg N.ha⁻¹. Rok 2016 bol v produkcii sušiny takmer rovnaký, pokles sme zaznamenali v ďalšom

roku ($0,77 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$). Najvyššia dávka dusíka s pomerom živín $1 : 0,15 : 0,4$ (variant 6) zabezpečila produkciu sušiny od $4,45$ do $10,66 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. Aj HUMBERT a kol. (2016) zistili, že nárast produkcie sušiny ovplyvňuje dávka a spôsob aplikácie dusíka.

Vzájomným porovnaním jednotlivých pomerov v rokoch, môžeme konštatovať, že vyššia produkcia sušiny bola v 2016, 2019 a 2020 na variantoch s pomerom živín $1 : 0,3 : 0,8$. Obidva varianty s dávkou dusíka $50 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ (variant 3 a 7) dosiahli takmer vyrovnanú produkciu sušiny s minimálnymi rozdielmi. Len v roku 2017 sme zaznamenali na variante 7 ($7,5 \text{ kg P}$, 20 kg K) vyššiu produkciu sušiny o $1,8 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. Najvýraznejší rozdiel v úrode trávnej hmoty, až $2,62 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ sme evidovali v roku 2018 pri porovnaní variantov 4 a 8 ($100 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$). V roku 2016 a 2018 bola vyššia produkcia sušiny o $1,36$ resp. $1,48 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ na variante 5 ($150 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1} + 45 \text{ kg P}$, 120 kg K) v porovnaní s variantom s rovnakou dávkou hnojenia (variant 9 – $22,5 \text{ kg P}$, 60 kg K). Varianty s dávkou dusíka $200 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ (variant 6 a 10) mali podobnú úrodu fytomasy v jednotlivých rokoch. Vyššia bola na variante 6, s výnimkou roku 2019. Hnojenie dusíkom zvyšovalo produkciu sušiny vo všetkých kosbách a rokoch (VELICH, 1986; HOLÚBEK, 1991; GLABA a KACORZYKB, 2011; VARGOVÁ a kol., 2012; GLABA a KACORZYKB, 2021; VARGOVÁ a kol., 2021).



Trávny porast po 2. kosbe



Trávny porast pri 3. kosbe

4.2. Vplyv výživy na produkciu sušiny v kosbách a percentuálny podiel

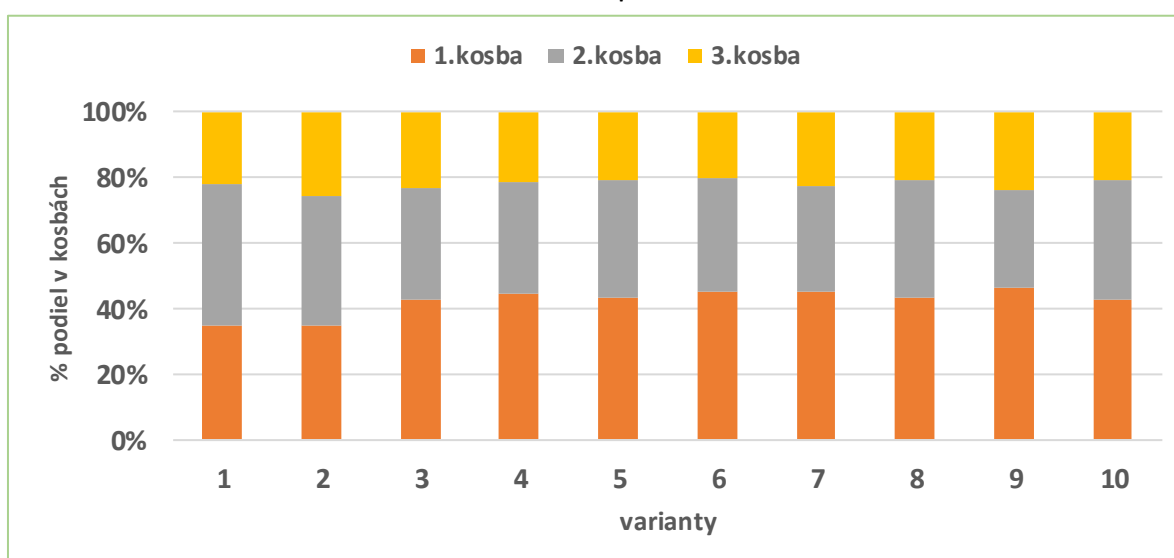
Percentuálny podiel jednotlivých kosieb trávneho porastu na variantoch počas sledovaných rokov je uvedený v tabuľkách P1 – P6.

Tabuľka 7 Rozloženie úrod v kosbách v priemere rokov 2016 – 2020

Variant	1.kosba		2. kosba		3.kosba	
	t.ha ⁻¹	%	t.ha ⁻¹	%	t.ha ⁻¹	%
1	1,12	28,02	1,77	34,35	1,06	17,83
2	1,38	28,02	2,19	31,61	1,58	20,57
3	2,06	33,93	2,17	27,51	1,64	18,76
4	2,79	35,55	2,37	27,29	1,88	17,35
5	3,16	34,50	2,88	28,91	1,89	16,69
6	3,48	35,99	3,08	27,71	2,01	16,50
7	2,30	36,15	1,92	25,57	1,66	18,48
8	2,54	34,86	2,21	28,38	1,67	16,96
9	3,16	37,00	2,45	24,11	1,90	19,08
10	3,19	34,20	3,04	29,30	1,88	16,71

Analýza rozdelenia úrody sušiny počas vegetačného obdobia ukázala, že vyššiu produkciu sušiny dosiahli hnojené varianty 3 – 10 v prvej kosbe (tab. 7). Ich percentuálny podiel na celkovej úrode predstavoval 33,93 – 37,00 %. Výnimku tvorili varianty 1 a 2 (kontrola, PK hnojenie), ktoré mali vyšší podiel v druhej kosbe (34,35 %, 31,61 %). Tretia kosba dosiahla najnižší podiel, od 16,50 – 20,57 % (obr. 3). Nehnojený variant mal najvyššiu produkciu sušiny v druhej kosbe 34,35 % (1,77 t.ha⁻¹).

Obrázok 3 Percentuálne rozloženie kosieb v priemere rokov 2016 – 2020



Už samotné PK hnojenie zvyšuje variabilitu úrod, a to predovšetkým v dôsledku vyššej variability podielu tráv a leguminóz v porastoch a kosbách, pričom zníženie druhovej diverzity má menší význam (HOLÚBEK a kol., 2007). Na variante s fosforečno-draselným hnojením (variant 2) bola maximálna úroda v tretej kosbe, a to 20,57 % v rámci porovnania jednotlivých variantov. Variabilita úrod je podstatne väčšia zvyšovaná stupňovaním dávok dusíkatého hnojenia (HOLÚBEK a kol., 2007). Varianty 7 a 9 s dávkou dusíka 50 a 150 kg N.ha⁻¹ dosiahli v prvej kosbe vyšší percentuálny podiel ako varianty s rovnakou dávkou dusíka s pomerom 1 : 0,3 : 0,8. V druhej kosbe analýza rozdelenia úrody sušiny preukázala vyššiu produkciu na variantoch 8 (28,38 %) a 10 (29,30 %). Najvyšší percentuálny podiel 19,08 % v tretej kosbe sme zaznamenali na variante s dávkou dusíka 150 kg.ha⁻¹ (+ 30 kg P, 80 kg K).

4.3. Vplyv výživy na produkčnú účinnosť dodaných NPK živín

Produkčná účinnosť živín umožňuje jednoduché porovnávanie efektívnosti rôznych dávok, foriem a kombinácií živín na rôznych stanovištiach trávnych porastoch. Percento využitia dodaných živín je na trávnych porastoch pri dusíku 50 – 75 %, pri fosfore 15 – 40 % a pri draslíku 20 – 60 % (HOLÚBEK a kol., 2007). V priemere rokov bola najvyššia produkčná účinnosť dodaných NPK živín (tab. 8) na variante 7 pri dávke 50 kg N.ha⁻¹ (+ 7,5 kg P, 20 kg K), a to 25,01 kg sušiny. Koeficient prírodnej efektívnosti (K_{NE}) dodaných NPK živín vyjadruje produkčnú účinnosť živín. Hodnoty produkčnej účinnosti v jednotlivých rokoch sú uvedené v tabuľkách P7 – P11.

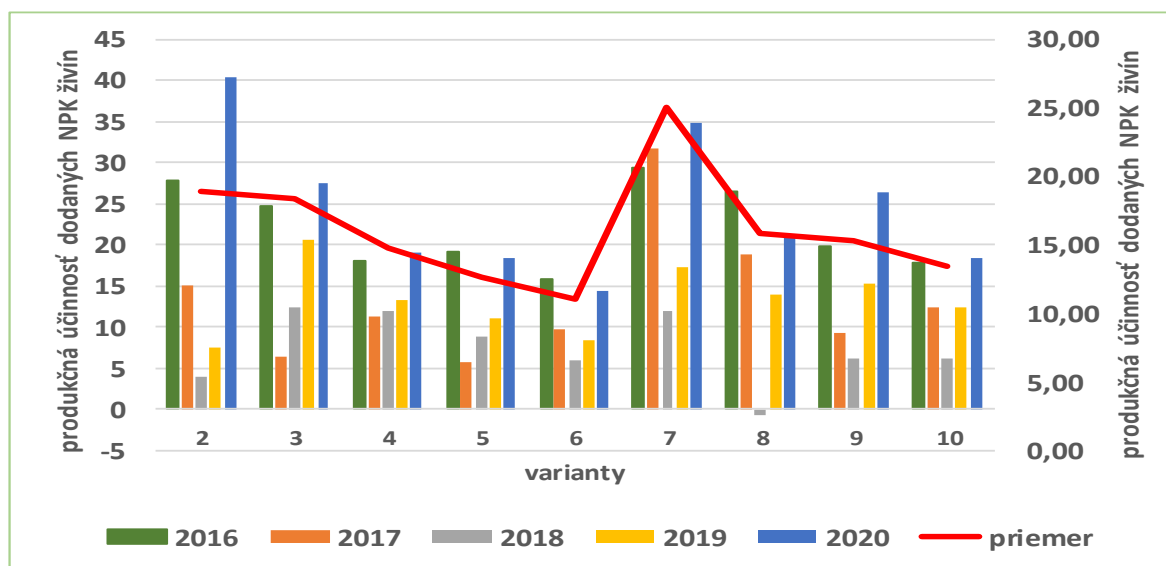
Tabuľka 8 Produkčná účinnosť dodaných živín v priemere rokov 2016 – 2020

Variant	Úroda t.ha ⁻¹	Rozdiel úrod /kg/	Dávka NPK kg č.ž.	Účinnosť NPK kg sušiny	Dávka N kg č.ž.	Účinnosť N kg sušiny
1	3,95	0	0	0	0	0
2	5,15	1202	63,5	18,93a	0	0
3	5,87	1922	105	18,30a	50	38,44b
4	7,04	3098	210	14,75a	100	30,98ab
5	7,93	3982	315	12,64a	150	26,55ab
6	8,57	4626	420	11,01a	200	23,13ab
7	5,88	1938	77,5	25,01a	50	38,76b
8	6,41	2462	155	15,88a	100	24,62a
9	7,51	3566	232,5	15,34a	150	23,78a
10	8,11	4160	310	13,42a	200	20,80a

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

Variant s PK hnojením mal v priemere rokov druhú najvyššiu hodnotu koeficienta, 18,93 kg sušiny. Vyššie hodnoty produkčnej účinnosti dodaných NPK živín sme zaznamenali na variantoch 7 – 10 s pomerom 1 : 0,15 : 0,4. Tieto hodnoty boli vyššie o 1,13 - 6,71 kg sušiny v porovnaní s variantmi 3 – 6. Rovnaké závery uvádzajú aj výsledky MICHALCA a kol. (2007), KOHOUTKA a kol. (2002) a VARGOVEJ a kol. (2017). Rozdiely sme zaznamenali aj v jednotlivých rokoch (obr. 4). Najvyššia produkčnú účinnosť bola v roku 2020 (14,45 – 40,47 kg sušiny) a najnižšia v roku 2018 (-0,65 – 12,48 kg sušiny). Varianty 7 až 10 s pomerom živín 1 : 0,15 : 0,4 mali vyššie hodnoty koeficienta prírodnej efektívnosti dodaných NPK živín v porovnaní s variantmi 3 – 6. Na variante 7 s dávkou 50 kg N.ha⁻¹ (+ 7,5 kg P, 20 kg K) sme zaznamenali najvyššiu produkčnú účinnosť 34,84 kg sušiny v roku 2020. V roku 2018 a 2019 bola maximálna hodnota K_{NE} na variante 3 s rovnakou dávkou dusíka, ale s pomerom 1 : 0,3 : 0,8 (12,48 kg sušiny, 20,67 kg sušiny). Maximálnu hodnotu 40,47 kg sušiny sme zaznamenali na variante s fosforečno-draselným hnojením (variant 2) v roku 2020.

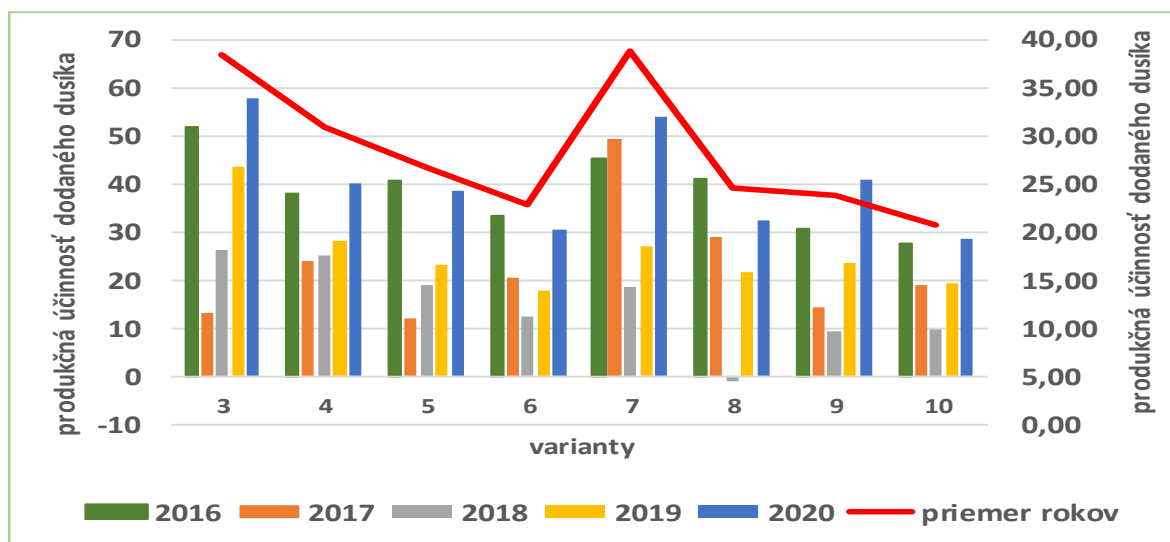
Obrázok 4 Graf produkčnej účinnosti dodaných NPK živín /kg sušiny/



4.4. Vplyv výživy na produkčnú účinnosť dodaného dusíka

Najvyššia produkčná účinnosť dodaného dusíka v priemere rokov 38,76 kg sušiny bola na variante s dávkou dusíka 50 kg.ha⁻¹ s pomerom živín 1 : 0,15 : 0,4 (variant 7). Vyššie hodnoty koeficienta sme zaznamenali na variantoch 4 – 6 s dávkou dusíka 100 až 200 kg.ha⁻¹ a pomerom živín 1 : 0,3 : 0,8 pri vzájomnom porovnaní pomerov (tab. 8). Najvyšší rozdiel 6,36 kg sušiny bol medzi variantmi s dávkou dusíka 100 kg.ha⁻¹ (variant 4 a 8). Pri porovnaní sledovaných rokov (tab. P7 – P11) bola najnižšia produkčná účinnosť dodaného dusíka v 2018 (-1,00 – 26,2 kg sušiny). Najvyššie hodnoty koeficienta naturálnej efektívnosti dodaných NPK živín sme evidovali na variante 3 s dávkou dusíka 50 kg.ha⁻¹ (+ 15 kg P, 40 kg K), okrem roku 2017 (obr. 5). Maximálna hodnota bola 57,60 kg sušiny v roku 2020 (tab. P11). Naše výsledky korešpondujú s výsledkami VOZÁRA (2009) pri pokusoch v Chvojnici (1997 – 1999), ktorý zistil najväčšie zvýšenie produkčnej účinnosti dodaním 60 kg N.ha⁻¹.

Obrázok 5 Graf produkčnej účinnosti dodaného dusíka /kg sušiny/



4.4. Vplyv výživy na obsah dusíkatých látok vo fytomase

So znižovaním prístupných živín v pôde a so zvyšovaním úrod klesá obsah živín v sušine trávnych porastov (JANČOVIČ a kol. 2007; FECENKO a LOŽEK, 2000; FRANK, 2008). FIALA (2005) zistil, že dlhodobé hnojenie ovplyvňuje obsah minerálnych látok vo fytomase. Priemerné koncentrácie dusíkatých látok v jednotlivých rokoch sú uvedené v tabuľke 9.

Tabuľka 9 Obsah dusíkatých látok /g.kg⁻¹ sušiny/ v rokoch 2016 – 2020

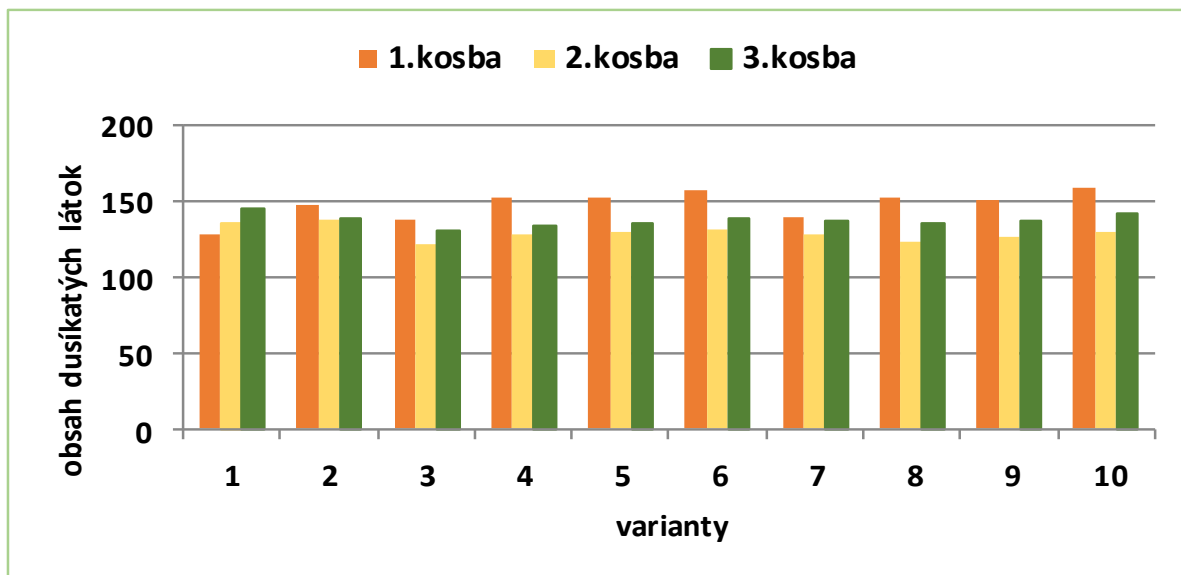
Variant	2016	2017	2018	2019	2020	Priemer
1	145,32	139,94	128,02	128,52	140,72	136,50a
2	138,14	143,44	128,09	140,01	159,07	141,75b
3	132,88	129,83	124,98	130,17	139,03	131,38a
4	133,47	133,92	131,68	145,68	146,58	138,27a
5	132,35	150,20	131,22	138,42	143,08	139,05a
6	133,51	134,21	151,01	146,52	148,97	142,84a
7	127,15	144,50	125,91	137,95	140,14	135,13a
8	129,18	136,18	136,57	137,07	147,84	137,37a
9	126,10	138,01	143,55	139,58	145,72	138,59a
10	129,25	143,14	139,29	138,16	167,85	143,54b

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

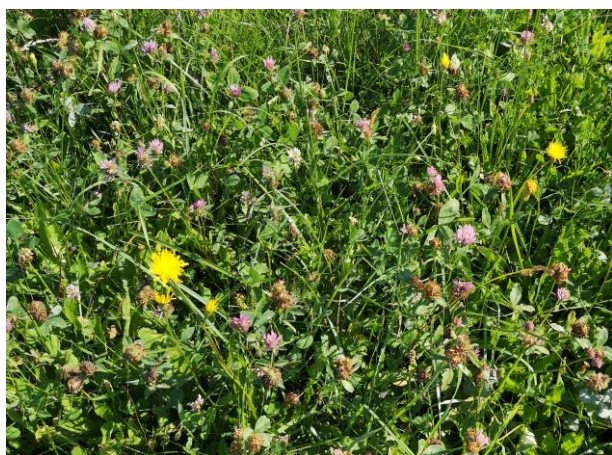
Pravidelne kosené a hnojené trávne porasty obsahujú 140 – 160 g.kg⁻¹ dusíkatých látok v sušine (BUCHGRABER a kol., 2004). Pri hnojení trávnych porastov do 120 kg N.ha⁻¹ sa obsah dusíkatých látok pohybuje v rozpätí od 110 – 170 g.kg⁻¹ sušiny (KRAJČOVIČ a MICHALEC, 2004). Nami zistené hodnoty boli v požadovanom rozpätí. Najvyššia koncentrácia dusíkatých látok (NL) v priemere rokov bola na variante 10 s dávkou dusíka 200 kg (+30 kg P, 80 kg K), 143, 54 g.kg⁻¹ sušiny (tab. 9). Nehnojený variant mal vyšší obsah NL (136,50 g.kg⁻¹ sušiny) ako varianty 3 a 7 s dávkou dusíka 50 kg.ha⁻¹ pri obidvoch pomeroch. Hnojenie PK pozitívne ovplyvňovalo koncentráciu dusíkatých látok v sušine, nárast bol o 5,25 g.kg⁻¹. Aj pri porovnaní kontroly s variantmi hnojenými rôznymi dávkami dusíka (varianty 3 – 10) sme zaznamenali rovnaký priebeh zvýšenia. Toto zvýšenie bolo od 0,86 do 7,03 g.kg⁻¹ sušiny, pričom najvýraznejšie bolo na variante 10. Porovnaním pomerov výživy sme zistili vyššie hodnoty NL na variantoch s pomerom 1 : 0,15 : 0,4 (varianty 7 – 10) v rokoch 2017, 2018 a 2020. Pozitívny vplyv zrážok na kvalitu nadzemnej fytomasy trávnych porastov vo svojich prácach uvádzajú ČOP a kol. (2009) a REN a kol. (2016). Maximálna hodnota obsahu dusíkatých látok (167,85 g.kg⁻¹ sušiny) bola na variante 10 v roku 2020. V rokoch 2019 a 2018 (151,01 g.kg⁻¹, 146,52 g.kg⁻¹ sušiny) to bolo na variante 6 s rovnakou dávkou N pri pomere 1 : 0,3 : 0,8. Prijateľné rozpätie dusíkatých látok v 1 kg sušiny je od 110 – 250 g (HOLÚBEK a kol., 2007). Dôvodom vyrovnaného obsahu dusíkatých látok medzi nehnojenou kontrolou a porastami hnojenými 50 kgN.ha⁻¹ až 150 kgN.ha⁻¹ je tzv. zriedŕovací účinok, kedy so

zvyšovaním úrod klesá obsah živín v sušine trávnych porastov. Nižší obsah dusíkatých látok v nadzemnej fytomase trávnych porastov hnojených minerálnymi hnojivami v porovnaní s nehnojenou kontrolou uvádzajú aj práce ďalších autorov (HEJCMAN a kol., 2010; JANČOVIČ a kol., 2007; FRANK, 2008; KOVÁČIKOVÁ a kol., 2012; SZEWCZYK a kol., 2004).

Obrázok 6 Graf priemerného obsahu dusíkatých látok /g.kg⁻¹ sušiny/ v kosbách



Obsahy dusíkatých látok v priemere sledovaných rokov a v kosbách sú uvedené v tabuľkách P12 – P20. V prvej kosbe v priemere rokov bol obsah dusíkatých látok najvyšší na všetkých variantoch, okrem kontrolného. Osciloval od 137,71 (variant 3) do 158,66 g.kg⁻¹ sušiny na variante 10 (tab. P18). Nehnojený variant dosiahol hodnotu 129,05 g.kg⁻¹ sušiny. Pri porovnaní obsahu NL v jednotlivých kosbách, najnižšie koncentrácie vykazovala druhá kosba (tab. P19). V tretej kosbe nastalo zvýšenie koncentrácie, s najvyšším obsahom NL na nehnojenom variante (144,77 g.kg⁻¹ sušiny). Na variantoch 3 – 6 bola koncentrácia dusíkatých látok v prvej a druhej kosbe vyššia ako na variantoch 7 – 10. V tretej kosbe bola tendencia opačná (tab. P20, obr. 6).



4.5. Vplyv výživy na obsah minerálnych látok vo fytomase

Využitie fosforu pri hnojení trávneho porastu je v porovnaní s poľnými plodinami viac než dvojnásobné (15 – 40 %). Zo začiatku je využitie nižšie, ale s počtom rokov aplikácie fosforečných hnojív sa zvyšuje. Po absencii hnojenia má fosfor pomerne dlhé následné pôsobenie (SKLÁDANKA a kol., 2014). Obsah minerálnych látok v priemere rokov je uvedený v tabuľkách P12 – P16. Variant 6 s dávkou dusíka $200 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ (+60 kg P, 160 kg K) poskytol najvyššiu koncentráciu fosforu (P) v priemere rokov, $3,77 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ (tab. 10).

Tabuľka 10 Obsah fosforu $/\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ sušiny/ v rokoch 2016 – 2020

Variant	2016	2017	2018	2019	2020	Priemer
1	2,54	2,85	3,05	2,89	2,81	2,83a
2	3,46	3,84	4,05	3,61	3,51	3,69c
3	2,85	2,83	3,12	3,08	3,39	3,05abc
4	3,34	3,43	3,84	3,83	3,63	3,61c
5	3,52	3,45	3,66	3,59	3,77	3,60bc
6	3,53	3,61	3,93	3,72	4,07	3,77c
7	2,59	3,13	2,78	3,08	3,31	2,98ab
8	2,76	2,90	3,36	3,30	3,39	3,14abc
9	2,93	3,14	3,37	3,03	3,24	3,14abc
10	3,23	3,12	3,55	2,96	3,42	3,26abc

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

Najnižšiu hodnotu P ($2,83 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$) sme zistili na nehnojenom variante. Pomer živín 1 : 0,3 : 0,8 (varianty 3 – 6) mal vyššiu koncentráciu fosforu vo fytomase ako druhý pomer v priemere rokov. Rok 2018 dosiahol najvyššie hodnoty obsahu P, s maximálnou hodnotou $4,05 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ na variante s fosforečno-draselným hnojením (variant 2). Pri porovnaní jednotlivých kosieb môžeme konštatovať, že najvyšší obsah bol evidovaný v tretej kosbe a najnižší v druhej (tab. P18 – P20). Hodnoty v tretej kosbe oscilovali v rozmedzí od $3,15 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ na variante 1 do $4,13 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ na variante 2. Hodnota fosforu v sušine kvalitného krmu z produkčného porastu by mala byť $2,5 - 3,3 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ (HOLÚBEK a kol., 2007).



Tabuľka 11 Obsah draslík /g.kg⁻¹ sušiny/ v rokoch 2016 – 2020

Variant	2016	2017	2018	2019	2020	Priemer
1	16,89	16,46	17,42	16,36	19,03	17,23a
2	18,35	16,63	15,43	17,60	21,03	17,81ab
3	17,24	16,35	15,38	17,93	20,59	17,50ab
4	18,35	16,39	16,54	17,55	20,53	17,87ab
5	23,46	19,87	15,26	19,83	22,92	20,27b
6	21,64	17,35	19,76	20,82	24,73	20,86b
7	17,99	16,49	14,69	17,40	17,27	16,77a
8	17,51	14,97	14,46	17,95	19,29	16,84a
9	17,90	15,28	14,29	20,77	19,95	17,64ab
10	19,54	15,87	13,67	18,23	21,82	17,83ab

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

Využitie draslíka z dodaných hnojív sa pohybuje od 20 do 100 %, v závislosti od dávok draselných hnojív, ostatných živín a pôdnych podmienok. Produkčná účinnosť má tiež široké rozpätie, od 8 – 10 kg sena na 1 kg draslíka (SKLÁDANKA a kol., 2014). V priemere rokov najvyššia koncentráciu draslíka 20,86 g.kg⁻¹ sa zaznamenala na variante 6 s najvyššou dávkou dusíka s pomerom živín 1 : 0,3 : 0,8 (tab. 11). Zaujímavosťou je, že varianty 7 a 8 (16,77 g.kg⁻¹, 16,84 g.kg⁻¹) mali nižší obsah K vo fytomase ako nehnojená kontrola. Tak ako pri hodnotení fosforu v priemere rokov, vyššie koncentrácie draslíka dosiahol pomer živín 1 : 0,3 : 0,8. Prvá kosba mala najvyššie hodnoty K (16,85 – 23,75 g.kg⁻¹) pri porovnaní jednotlivých kosieb (tab. P21 – 29). Najnižšie obsahy draslíka boli evidované v druhej kosbe a boli v rozpätí od 15,54 na variante 9 do 20,97 g.kg⁻¹ na variante 6.

Tabuľka 12 Obsah vápnika /g.kg⁻¹ sušiny/ v rokoch 2016 – 2020

Variant	2016	2017	2018	2019	2020	Priemer
1	12,51	12,20	10,17	11,48	9,59	11,19a
2	11,24	11,99	13,70	13,66	10,83	12,28b
3	11,01	11,26	10,62	11,86	7,54	10,46ab
4	9,67	9,16	9,22	9,37	6,73	8,83ab
5	8,22	7,50	8,13	9,36	7,69	8,18ab
6	7,98	7,39	9,44	8,15	6,54	7,90a
7	10,52	10,26	10,94	10,11	7,52	9,87ab
8	9,26	10,12	10,93	9,25	7,55	9,42ab
9	8,72	9,75	9,43	8,97	7,54	8,88ab
10	8,82	7,49	9,14	8,97	7,14	8,31ab

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

Pri porovnaní jednotlivých rokov sa najvyššie hodnoty draslíka zistili v roku 2020. Optimálna koncentrácia draslíka vo fytomase podľa autorov KOVÁČ (1989), VELICH (1986), HOLÚBEK a kol. (2007), SKLÁDANKA a kol. (2014) je 20 - 22 g.kg⁻¹.

Vápnik má nepopierateľný význam pre pôdu, výživu rastlín a zvierat (LICHNER a kol., 1977). Maximálny obsah vápnika v 1 kg sušiny (12,28 g) poskytol v priemere rokov variant 2 s fosforečno-draselným hnojením. Pomer 1 : 0,15 : 0,4, okrem variantu 7, mal vyššiu koncentráciu Ca ako varianty s druhým pomerom (tab. 12). Rok 2018 zaznamenal najvyššie hodnoty obsahu vápnika v rámci porovnania rokov. Ich hodnoty sa pohybovali od 8,13 g.kg⁻¹ (variant 5) do 13,70 g.kg⁻¹ (variant 2). Pri porovnaní jednotlivých kosieb (tab. P18 – P20) sme zistili najvyššie hodnoty v tretej kosbe a najnižšie v prvej kosbe. Obsah vápnika stúpa vekom tráv, výraznejšie so zvyšovaním podielu leguminóz a bylín v trávnom poraste. Odporúčaná koncentrácia vápnika pre zvieratá sa pohybuje v intervale od 4,0 – 11,0 g.kg⁻¹ (HOLÚBEK a kol., 2007).

Tabuľka 13 Obsah horčíka /g.kg⁻¹ sušiny/ v rokoch 2016 – 2020

Variant	2016	2017	2018	2019	2020	Priemer
1	5,19	4,94	4,41	4,64	3,79	4,59ab
2	4,60	4,72	5,25	4,63	3,88	4,62b
3	4,80	4,44	5,14	4,30	3,32	4,40ab
4	3,90	3,97	4,50	3,76	3,46	3,92ab
5	3,60	3,66	4,34	3,70	3,01	3,66a
6	3,71	3,67	4,30	3,01	2,60	3,46a
7	4,06	4,43	4,42	4,00	3,26	4,03ab
8	4,07	4,40	4,67	4,09	3,55	4,16ab
9	4,06	3,97	4,72	4,04	3,16	3,99ab
10	4,05	3,55	4,43	3,39	3,19	3,72ab

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

V priemere rokov bola najvyššia koncentrácia horčíka 4,62 g.kg⁻¹ na variante 2 s fosforečno-draselným hnojením (tab. 13). Druhá najvyššia hodnota obsahu Mg bola na nehnojenom variante (4,59 g.kg⁻¹ sušiny), rovnako ako pri obsahu vápnika. Tieto varianty poskytli najvyšší obsah daného prvku vo všetkých sledovaných rokoch. Varianty 8 – 10 s pomerom živín 1 : 0,15 : 0,4 dosiahli vyššiu koncentráciu horčíka ako varianty s rovnakými dávkami dusíka a druhým pomerom živín. Pri porovnaní jednotlivých rokov boli najnižšie hodnoty horčíka evidované v roku 2020. Optimálne rozpätie obsahu horčíka vo fytomase je 1,7 – 3,6 g v 1 kg sušiny ako uvádza HOLÚBEK a kol. (2007). Všetky zistené hodnoty boli v tomto rozmedzí. Najvyššia koncentrácia Mg na variantoch bola zaznamenaná v roku 2018, kde maximálna hodnota (5,25 g.kg⁻¹) bola na variante 2. Prvá kosba v priemere rokov poskytla najnižší obsah horčíka vo fytomase (2,68 – 3,57 g.kg⁻¹) a tretia kosba najvyšší (tab. P18 - P20).

Tabuľka 14 Obsah sodíka /g.kg⁻¹ sušiny/ v rokoch 2016 – 2020

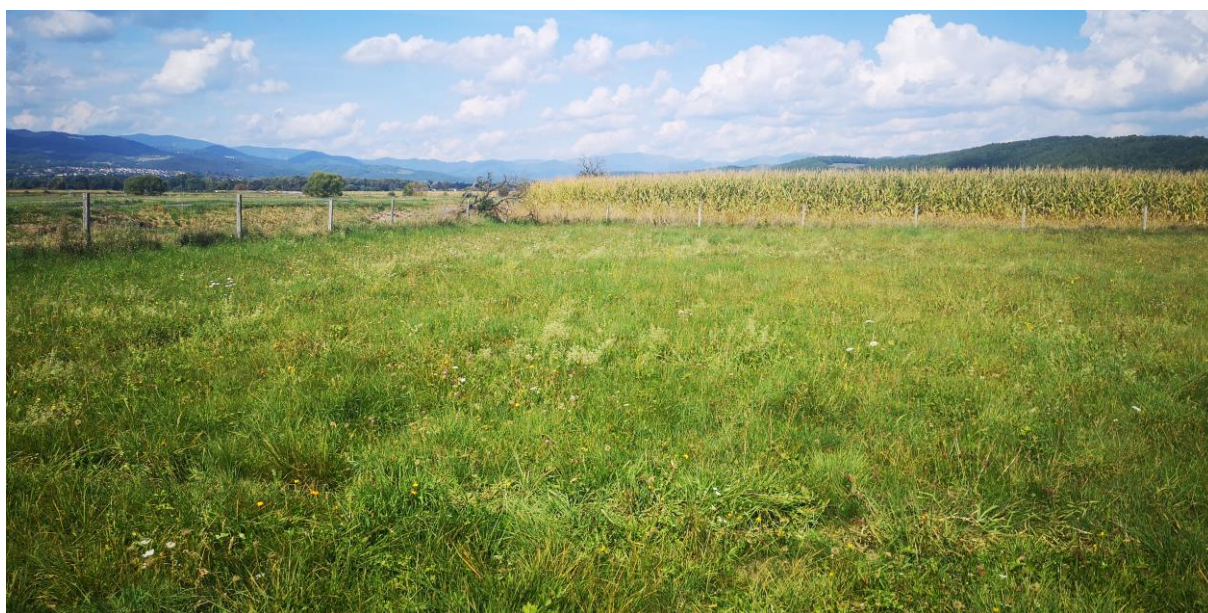
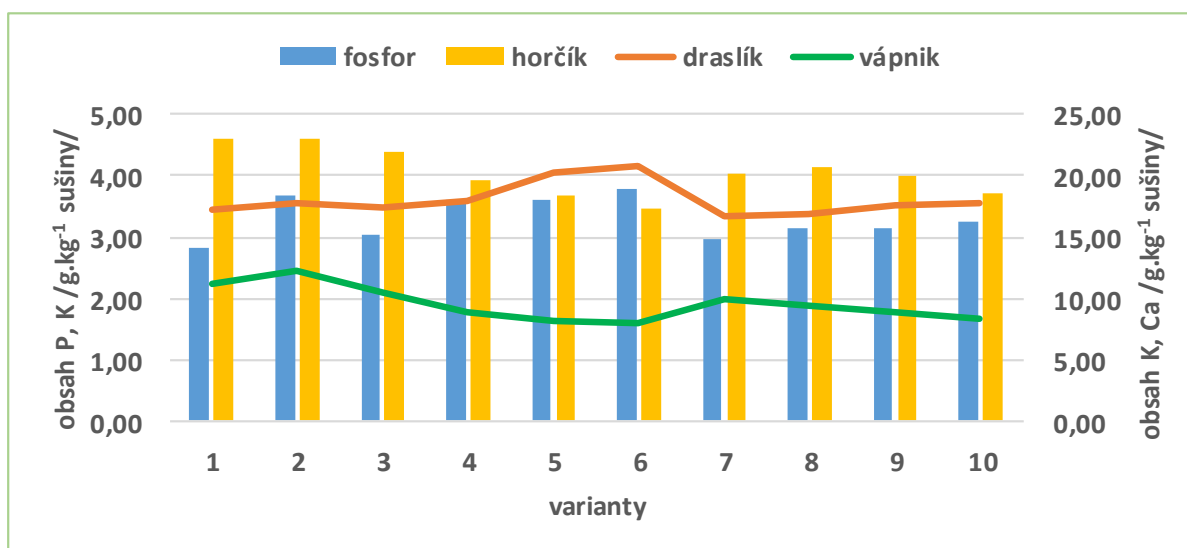
Variant	2016	2017	2018	2019	2020	Priemer
1	0,30	0,33	0,31	0,31	0,28	0,31a
2	0,27	0,31	0,33	0,30	0,30	0,30a
3	0,27	0,31	0,37	0,30	0,31	0,31a
4	0,25	0,29	0,43	0,30	0,29	0,31a
5	0,27	0,32	0,36	0,31	0,28	0,31a
6	0,29	0,30	0,37	0,28	0,30	0,31a
7	0,30	0,33	0,50	0,33	0,34	0,36a
8	0,29	0,37	0,49	0,34	0,29	0,36a
9	0,31	0,43	0,47	0,33	0,28	0,36a
10	0,30	0,39	0,41	0,30	0,31	0,34a

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

Potreba sodíka v trávnych porastoch je krytá málokedy. Vysoký obsah draslíka spôsobuje znižovanie obsahu sodíka. Obsah sodíka v sušine trávnych porastov je v širokom rozmedzí od 0,5 – 1,6 g.kg⁻¹ (SKLÁDANKA a kol., 2014). Pri hodnotení obsahu sodíka sme nezaznamenali veľké diferencie medzi jednotlivými variantmi v priemere rokov (tab. 14). Hodnoty oscilovali od 0,30 g.kg⁻¹ (variant 2) do 0,36 g.kg⁻¹ (varianty 7, 8, 9). Vyššia koncentrácia sodíka bola zistená na variantoch s pomerom živín 1 : 0,15 : 0,4 (varianty 7 – 10). Rok 2017 vykazoval najvyššie hodnoty sodíka v rámci porovnania všetkých rokov. Kosby v priemere rokov (tab. P18 - P20) poskytli takmer vyrovnané koncentrácie sodíka, s mierne vyššími hodnotami v druhej (0,30 – 0,40 g.kg⁻¹) a tretej kosbe (0,29 – 0,39 g.kg⁻¹). Keďže sodík je v krme trávnych porastov spravidla nedostatkový, musíme ho dodávať formou lizu (VOZÁR a JANČOVIČ, 2014).

Obsah živín v sušine trávnych porastov klesá so znižovaním prístupných živín v pôde. Klesá aj so zvyšovaním úrod, tzv. zried'ovacím efektom v narastenej fytomase. Všeobecne platí vo výžive rastlín zákon minima, nezávisle na floristických zmenách. Nadpriemerné hnojenie niektorou živinou vyvolávajúcou zvýšenie úrod vedie k intenzívnejšiemu odberu aj ostatných živín z pôdy (tzv. synergický účinok). Ostatné živiny sa dostávajú do minima. Najprv sa to prejaví v znížení ich koncentrácie v sušine po kritickú hranicu, neskôr znížením úrod. Toto hlavne platí pri dlhodobom hnojení dusíkom vyššími dávkami. Nielen v rastlinách ale aj v pôde sú medzi prvkami väzby, ktoré majú antagonistický charakter (K : Na, K : Ca, Ca : Mg). Tieto vzťahy určujú kvalitatívne pomery príjmu prvkov rastlinami (JANČOVIČ, 2002).

Obrázok 7 Graf obsahu minerálnych látok vo fytomase v priemere rokov 2016 - 2020



Trávny porast v jesennom období

4.6. Vplyv výživy na pôdnu reakciu

Pôdna reakcia (pH) trávneho porastu počas sledovaných rokov je uvedená v tabuľkách P21 – P25. V priemere rokov 2016 – 2020 bola extrémne kyslá pôdna reakcia na nehnojenom variante a variante s PK hnojením (4,39; 4,34). Na variantoch hnojených dusíkom bola pôdna reakcia silne kyslá, od 4,51 do 4,93 (tab. 15).

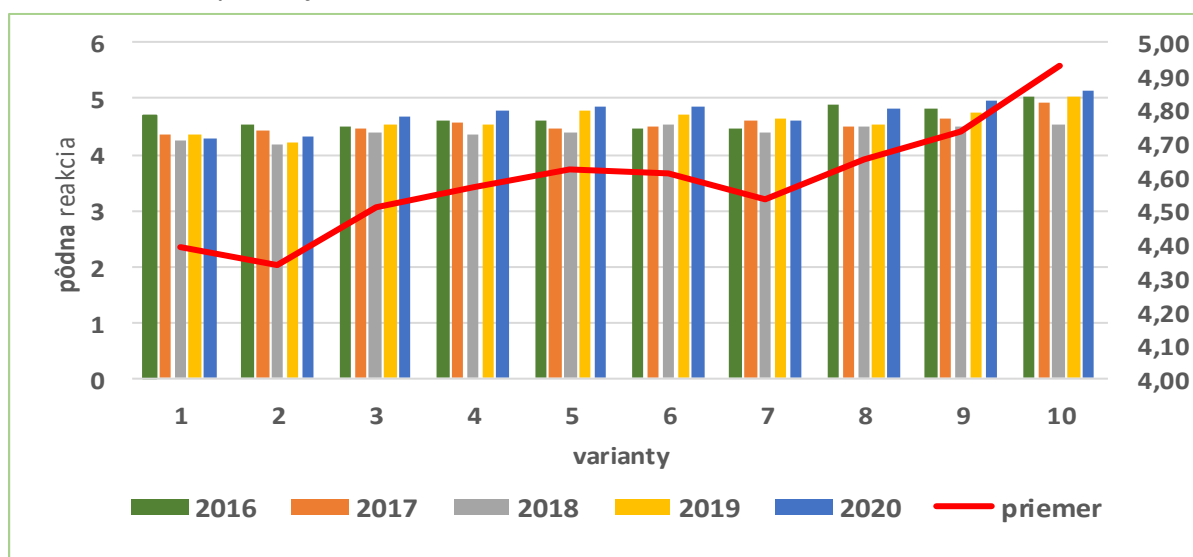
Tabuľka 15 Pôdna reakcia v rokoch 2016 – 2020

Variant	2016	2017	2018	2019	2020	Priemer
1	4,68	4,35	4,26	4,35	4,30	4,39ab
2	4,53	4,44	4,18	4,23	4,31	4,34a
3	4,49	4,47	4,4	4,52	4,66	4,51ab
4	4,59	4,57	4,35	4,54	4,78	4,57ab
5	4,59	4,48	4,40	4,77	4,87	4,62abc
6	4,45	4,51	4,55	4,71	4,84	4,61abc
7	4,45	4,59	4,39	4,64	4,61	4,54ab
8	4,89	4,51	4,50	4,55	4,82	4,65abc
9	4,81	4,65	4,49	4,74	4,97	4,73bc
10	5,02	4,91	4,54	5,03	5,15	4,93c

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

Vyššie hodnoty pH sa zaznamenali na variantoch 7 – 10 s pomerom živín 1 : 0,15 : 0,4. Najnižšie hodnoty pôdnej reakcie boli analyzované v pôdnych vzorkách v roku 2018, okrem variantu 6. Varianty 1 a 2 mali v priebehu sledovaného obdobia najvyššie hodnoty pH v roku 2016 (4,68; 4,53). Počas piatich rokov bol pokles pôdnej reakcie o hodnotu 0,22 a 0,38 (obr. 8). Dodaním dusíkatých živín (+PK) pri oboch pomeroch nastalo zvýšenie pôdnej reakcie v danom období. Výnimkou bol len variant 8, kde bol evidovaný minimálny pokles z 4,89 na 4,82. Maximálna hodnota pH 5,15 (t.j. kyslá pôdna reakcia) bola v roku 2020 na variante 10 s 200 kg.ha⁻¹ (+ 30 kg P, 80 kg K).

Obrázok 8 Graf pôdnej reakcie v rokoch 2016 – 2020



4.7. Vplyv výživy na pôdne vlastnosti

Pri hodnotení agrochemických vlastností pôdy sme vychádzali z kritérií pre dusík podľa BIELIKA (1998). Pre humus a C_{ox} podľa HRAŠKU a BEDRNU (1988) a pre fosfor, draslík a horčík podľa BRÁZOVEJ (2018).

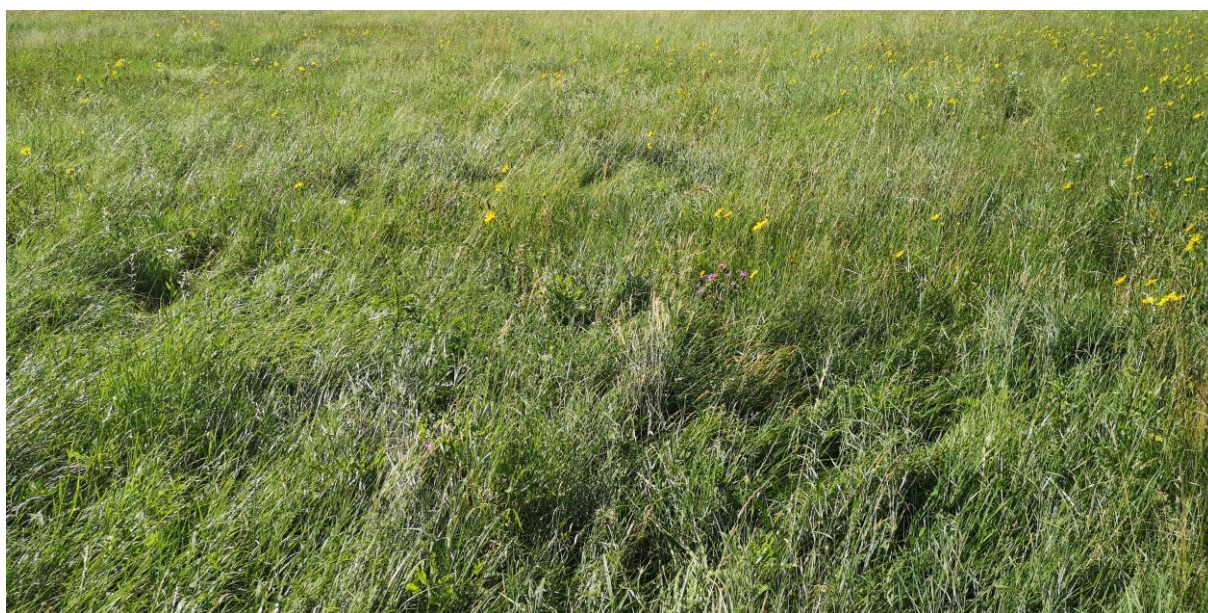
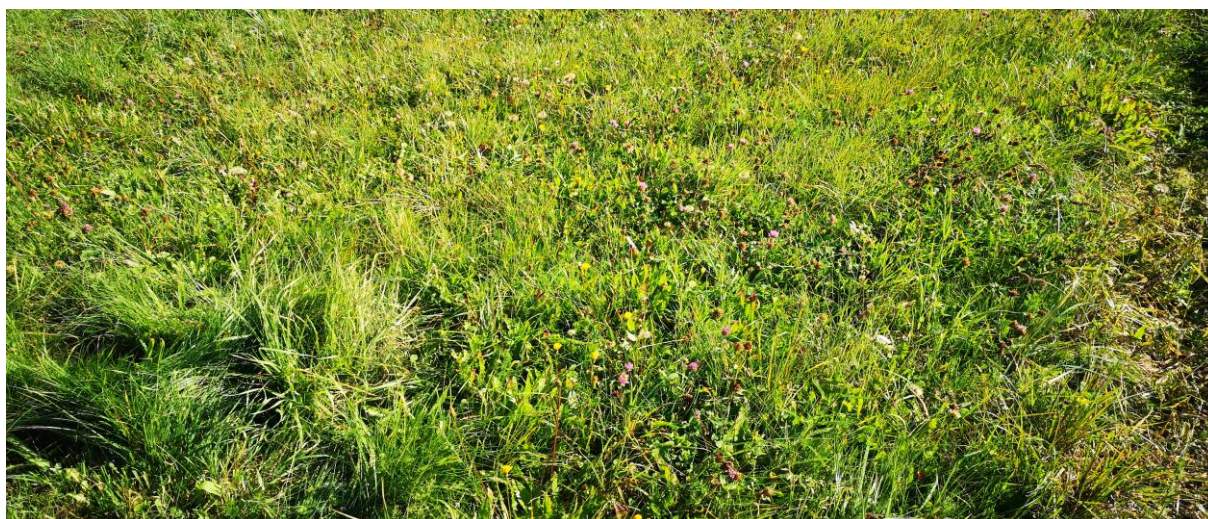
Hnojenie ovplyvňuje množstvo a kvalita organickej hmoty v pôde a pôsobí na intenzitu rozkladnej činnosti pôdneho makro- a mikroedafónu. Vhodne vyvážené NPK hnojenie a taktiež PK hnojenie mierne zvyšuje intenzitu rozkladu pôdnej organickej hmoty a zvyšuje tvorbu koreňovej hmoty (JANČOVIČ a kol., 2006). V priemere rokov bol najvyšší obsah humusu ($47,75 \text{ g.kg}^{-1} C_{ox}$) a dusíka ($3,01 \text{ g.kg}^{-1}$) na nehnojenom variante (tab. 16). Dusík predstavuje dôležitý prvok, ktorý vplýva na posun v druhovom zložení, kontroluje diverzitu, dynamiku a funkciu mnohých ekosystémov (VITOUSEK a kol., 1997). Zásoba prijateľného fosforu a draslíka v pôde bola najvyššia na variante 6 s dávkou dusíka 200 kg.ha^{-1} (+ 60 kg P, 160 kg K). Varianty 3 – 6 s pomerom živín 1 : 0,3 : 0,8 mali v priemere rokov vyšší obsah humusu, dusíka, fosforu a draslíka ako varianty s druhým pomerom živín. Vyššia koncentrácia horčíka v pôde sa zistila na variantoch 7 – 10. Pomer C : N vyjadruje kvalitu humusu, najužší pomer C : N (8,67 : 1) bol na variante 9 a najširší pomer (9,78 : 1) na variante 8. Varianty 8 až 10 majú tento pomer širší, ako varianty 3 až 6 (tab. 16), tj. majú vyššiu kvalitu humusu. Pri porovnaní sledovaných rokov (tab. P21 – P25) bola najnižšia koncentrácia humusu v roku 2020, oscilovala od $30,58 \text{ g.kg}^{-1}$ na variante 2 do $40,16 \text{ g.kg}^{-1}$ na variante 6. Roky 2017 a 2018 sa vyznačovali vyššou zásobou humusu, najvyšší obsah bol v roku 2017 na variante 4 ($60,51 \text{ g.kg}^{-1} C_{ox}$). V priebehu rokov nastalo zníženie koncentráciu dusíka v pôde, s najnižším obsahom $1,80 \text{ g.kg}^{-1}$ v roku 2020 na variante 2 (PK hnojenie). Vyšší obsah dusíka a fosforu bol na variantoch 3 – 6 pri porovnaní obidvoch pomerov výživy (tab. P21 – P25). Varianty 4 až 6 mali najvyššiu zásobu fosforu v pôde (2016), ich hodnoty boli od 13,16 – $73,86 \text{ mg.kg}^{-1}$.

Tabuľka 16 Agrochemický rozbor pôdy v priemere rokov 2016 – 2020

Variant	Cox g.kg^{-1}	Humus g.kg^{-1}	N g.kg^{-1}	P mg.kg^{-1}	K mg.kg^{-1}	Mg mg.kg^{-1}	C:N
1	27,69a	47,75a	3,01a	2,12a	111,31a	402,22bc	9,33a
2	24,63a	42,47a	2,58a	9,32a	116,25a	333,56ab	9,43a
3	26,44a	45,58a	2,92a	3,25a	106,20a	346,99ab	9,10a
4	27,03a	46,59a	2,85a	10,48a	114,03a	329,01a	9,62a
5	24,96a	43,03a	2,67a	18,14a	113,80a	380,46ab	9,37a
6	25,83a	44,53a	2,81a	48,78b	119,00a	326,72a	9,12a
7	25,82a	44,51a	2,85a	2,49a	107,72a	406,37bc	9,12a
8	26,87a	46,36a	2,80a	2,81a	113,34a	385,17ab	9,78a
9	25,05a	43,20a	2,93a	3,26a	109,86a	389,93ab	8,67a
10	24,23a	41,77a	2,64a	4,71a	115,69a	439,24c	9,14a

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

Trvalé trávne porasty vykazujú v rámci Slovenska viac ako polovicu (54,4 %) výmery lúk a pasienkov s nízkym obsahom fosforu, pričom nepriaznivá zásoba P je cca na 20 % výmery TTP (LOŽEK a kol., 2019). V našich zisteniach bola vyhovujúca koncentrácia fosforu len na variante 6 vo všetkých rokoch, okrem roka 2020. NOVÁK (2008) uvádza, že v pôdach Slovenska sa nachádza od 0,80 – 3,20 % draslíka. Z celkového množstva K je rastlinám nedostupný až 95 % a len 4 – 5 % je rastlinám prístupný. Obsah draslíka a horčíka v rokoch mierne stúpal, pričom vyššie hodnoty sme zaznamenali na variantoch 7 – 10. Hodnoty horčíka v pôde boli vysoko nad hranicou 255 mg.kg^{-1} , to znamená jeho veľmi vysokú koncentráciu. Aj KOBZA a kol. (2010) uvádzajú, že naše pôdy sú dobre zásobené horčíkom, s čím korešpondujú aj nami zistené výsledky. Jeho množstvo je závislé na zložení pôdotvorného substrátu (magnezit, dolomit, čadič, biotit) (NOVÁK, 2008). Obsah horčíka s najvyššou hodnotou bol v roku 2017 na variante 10 ($477,53 \text{ mg.kg}^{-1}$). Rovnako v danom roku, sa zistil na variantoch 4 – 6 (13,93 : 1) najširší pomer C : N.



Detailný pohľad na porast

5. ZÁVERY

Výživa a hnojenie je rozhodujúci racionalizačný faktor zúrodňovania trávnych porastov, ktorý svojimi účinkami významne ovplyvňuje výšku úrod, druhové zloženia a tým aj kvalitatívnu stránku narastenej fytomasy. Vplyvom diferencovaného hnojenia sa v poraste rozširujú a udržujú rhizomatické druhy tráv, ktoré ovplyvňujú nielen produkciu, ale aj kvalitu krmu. Hnojenie ovplyvňuje množstvo a kvalitu organickej hmoty v pôde a pôsobí na intenzitu rozkladnej činnosti pôdneho edafónu.

V období rokov 2016 – 2020 poskytol variant 6 (200 kg N, 60 kg P, 160 kg K) najvyššiu produkciu sušiny v priemere rokov $8,57 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, pričom maximálna hodnota úrody bola zaznamenaná v roku 2016 ($11,81 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$). Vyššiu produkciu sušiny poskytli varianty s dávkami dusíka 50 až $200 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ a pomerom živín 1 : 0,3 : 0,8. Zaznamenali sme vplyv rokov, kosby a diferencovaného hnojenia na produkciu sušiny.

Analýza rozdelenia úrod ukázala prvú kosbu na variantoch hnojených dusíkom s vyššou produkciou sušiny, ich percentuálny podiel predstavoval 33,93 - 37,00 %. Druhá kosba sa prezentovala najvyššou úrodou na kontrole a variante s fosforečno-draselným hnojením (31,61 %, 34,35 %). Najnižší percentuálny podiel kosieb 16,50 – 20,57 % bol zaznamenaný v tretej kosbe. Variant s PK hnojením mal najvyrovnanejší podiel kosieb, a to 28,02 %, 31,61 % a 20,57 %.

Produkčná účinnosť dodaných NPK živín v priemere rokov bola najvyššia na variante 7 s dávkou $50 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ (+ 7,5 kg P, 20 kg K), a to $25,01 \text{ kg}$ sušiny. Druhá najvyššia hodnota koeficienta naturálnej efektívnosti dodaných NPK živín ($18,93 \text{ kg}$ sušiny) bola evidovaná na variante 2 s PK hnojením. Varianty s pomerom živín 1 : 0,15 : 0,4 so všetkými dávkami dusíka (variant 7 – 10) mali vyššie hodnoty produkčnej účinnosti dodaných NPK živín, o 1,13 - $6,71 \text{ kg}$ sušiny pri porovnaní s variantmi 3 – 6.

Aj pri hodnotení produkčnej účinnosti dodaného dusíka, mal variant 7 (50 kg N , 7,5 kg P, 20 kg K) najvyššiu hodnotu produkčnej účinnosti, $38,76 \text{ kg}$ sušiny. Vyššie hodnoty koeficienta K_{NE} sme zaznamenali na variantoch 4 – 6 s dávkou dusíka 100 až $200 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ a pomerom živín 1 : 0,3 : 0,8 pri porovnaní s druhým pomerom.

Najvyšší obsah dusíkatých látok (NL) v priemere rokov $143,54 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ sušiny bol na variante 10 s dávkou dusíka 200 kg (+30 kg P, 80 kg K). Porovnaním pomerov výživy sme zistili vyššie hodnoty NL na variantoch 7 – 10 s pomerom 1 : 0,15 : 0,4. Fosforečno-draselné hnojenie pozitívne ovplyvňovalo koncentráciu dusíkatých látok v sušine a bol evidovaný nárast dusíkatých látok o $5,25 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ sušiny oproti kontrole. Hnojené varianty mali najvyššiu koncentráciu NL v prvej kosbe.

Diferencované hnojenie ovplyvňovalo aj obsah minerálnych látok vo fytomase. Najvyšší obsah fosforu, $3,77 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ sušiny, sme zaznamenali na variante 6 s dávkou dusíka 200 kg (+ 60 kg P, 160 kg K). Varianty 3 – 6 s pomerom živín 1 : 0,3 : 0,8, čiže

s vyššími dávkami hnojív, mali vyššiu koncentráciu fosforu ako varianty s nižším pomerom. Rovnako aj pri hodnotení draslíka sme zistili jeho najvyšší obsah ($20,86 \text{ g.kg}^{-1}$) na variante 6 (200 kg N, 60 kg P, 160 kg K) a vyšší na variantoch 3 – 6.

V priemere rokov a kosieb bola maximálna koncentrácia vápnika ($12,28 \text{ g.kg}^{-1}$ sušiny) a horčíka ($4,40 \text{ g.kg}^{-1}$ sušiny) na variante 2 s fosforečno-draselným hnojením. Varianty 8 – 10 s pomerom živín 1 : 0,15 : 0,4 dosiahli vyššie hodnoty obsahu obidvoch prvkov. Pri hodnotení koncentrácie sodíka sme nezaznamenali veľké rozdiely medzi jednotlivými variantmi. Vyšší obsah bol evidovaný na variantoch 7 – 10 s pomerom živín 1 : 0,15 : 0,4 , a to $0,34 - 0,36 \text{ g.kg}^{-1}$ sušiny.

Zaznamenali sme vplyv kosieb na obsah organických a minerálnych látok, pričom prvá kosba výrazne ovplyvňovala obsah dusíkatých látok a draslíka. Tretia kosba zase mala vplyv na koncentráciu fosforu, vápnika, horčíka a sodíka.

Stúpajúce dávky dusíkatých hnojív okysľovali pôdu menej. Varianty hnojené dusíkom mali pôdnu reakciu silne kyslú, oscilovali od 4,51 do 4,93. Vyššie hodnoty pH sa zaznamenali na variantoch 7 – 10 s pomerom živín 1 : 0,15 : 0,3, pričom najvyššia pôdna reakcia (4,93) bola na variante 10 (200 kg N, 30 kg P, 80 kg K).

Zásoba prijateľného humusu, dusíka, fosforu a draslíka v pôde bola vyššia na variantoch 3 – 6 s pomerom živín 1 : 0,3 : 0,8. Najvyšší obsah humusu a dusíka bol na nehnojenej kontrole. Varianty 7 – 10 evidovali vyššiu koncentráciu horčíka v pôde a pomer C : N.

Evidovali sme vplyv rokov na pôdne vlastnosti, ako obsah humusu, dusíka, draslíka a pomeru C : N. Na zásobu fosforu a horčíka mala vplyv diferencovaná výživa. Všetky tri faktory (rok, pomer živín a varianty) ovplyvňovali hodnoty pôdnej reakcie.

6. ODPORÚČANIA PRE PRAX

Získané výsledky z hnojenia trávnych porastov pri aplikovanej diferencovanej výžive umožňujú orientovať prax na výrobu objemových krmív s požadovanou produkciou a vysokou kvalitou fytomasy bez nákladnej periodickej obnovy. Na základe požadovanej produkcie a kvality fytomasy možno odporučiť konkrétne dávky a pomery živín pre všetky kategórie zvieratá.

Zo získaných výsledkov môžeme na hnojenie trávnych porastov odporučiť dávku živín: 50 kg dusíka, 15 kg fosforu a 40 kg draslíka. Uvedené hnojenie nám poskytne zvýšenie produkcie sušiny o takmer 50 % oproti nehnojenému porastu. A aj samotné fosforečno-draselné hnojenie zabezpečí zvýšenie obsahu dusíkatých látok v sušine oproti nehnojenému porastu.

Zároveň aj pri pravidelnom manažmente obhospodarovania nehnojeného trávneho porastu dokážeme dosiahnuť dobré produkčné aj kvalitatívne vlastnosti porastu. Pri racionálnom využívaní trávneho porastu sa zároveň podporia aj mimoprodukčné funkcie ako sú retenčná, protierózna, vodohospodárska, ekostabilizačná, krajínovotvorná a kultúrna.

7. ZOZNAM SKRATIEK

C : N	pomer uhlíka k dusíku v pôde
Ca	vápnik
C _{ox}	organický oxidovateľný uhlík
K	draslík
K _{NE}	koeficient naturálnej energie
Mg	horčík
N	dusík
Na	sodík
NL	dusíkaté látky
P	fosfor
pH	pôdna reakcia
TP	trávny porast
TTP	trvalé trávne porasty

8. LITERATÚRA

- BEZÁK, P., SKALSKÝ, R., SZALLAYOVÁ, R. 2012. Alternatívne riešenia poľnohospodárskej pôdy pred zábermi vo väzbe na legislatívu. In Vedecké práce VÚPOP Bratislava, 2012, s. 24-36.
- BIELEK, P. 1998. Dusík v poľnohospodárskych pôdach Slovenska. Bratislava :VÚPU, 1998, 255 s.
- BRÁZOVÁ, M. I. 2018. Agronomické kritéria pre hodnotenie agrochemických rozborov pôd. Bratislava: ÚKSUP, Bratislava, 2018, 12 s.
- BUCHGRABER, K. 2004. Zietge Mässe Grundlandbewirtschaftung 2., vollig neubearbeitete Auflage, Leopold Stocker Verlag, GRAZ-STUTGART, 2004, 192 p.
- CRAINE, J. M. 2009. Resource strategies of wild plants. Princeton and Oxford : Princeton University Press, 331 p.
- CLARK, M.C., TILMAN, D. 2008. Loss of plant species after chronic low-level nitrogen deposition to pairie grassland. In *Nature* vol. 451, 2008, N. 7179, pp. 712-715.
- ČOP, J., LAVRENČIČ, A., KOŠMELJ, K. 2009. Morphological development and nutritive value of herbage in five temperate grass species during primary growth: analysis of time dynamics. *Grass and Forage Sceince*, 64 (2) 122-31. DOI: 10.1111/j.1365-2494.2008.00676.x
- FARBER, S., COSTANZA, R., CHILDERS, D. L., ERIKSON, J., GROSS, K., GROVE, M., HOPKINSON, CH. S., KAHN, J., PINCETL, S., TROY, A., WARREN, P., WILSON, M. 2006. Linking ecology and economics for ecosystem management. *BioScience*, vol. 56, 2006, pp.121-133. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2006\)056\[0121:LEAEFE\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2006)056[0121:LEAEFE]2.0.CO;2)
- FECENKO, J., LOŽEK, O. 2000. Výživa a hnojenie poľných plodín. Nitra: SPU v Nitre a Duslo, a. s., Šaľa, 2000, 452 s.
- FIALA, J. 2005. Vliv stupňovaných dávek dusíku a frekvence sečí 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.
- FRANK, D. A. 2008. Ungulate and topographic control pf nitrogen: phosphorus stoichiometry in a temperate grassland; soils, plants and mineralization rates. In *Oikos*, vol. 117, 2008, no. 4, pp. 591-601.
- GAISLER, J., FIALA, J. 2003. Vliv hnojení a počtu sečí na botanické složení, výnos a kvalitu píce travního porostu. In *Ekologicky šetrné a ekonomicky přijatelné obhospodařování travních porostů (sborník z mezinárodní vědecké konference)* Praha : VÚRV, pp. 71-78.
- GERNDTOVÁ, I. 2011. Vliv obhospodařování trvalých travních porostů na obsah organické hmoty v půdě. In *Agritech science* [online]. 2011, roč. 5, č. 1, s. 1-5. ISSN 1802-8942. <http://www.agritech.cz/clanky/2011-1-11.pdf>

- GLABA, T., KACORZYKB, P. 2011. Root distribution and herbage production under different management regimes of mountain grassland. In *Soil and Tillage Research*, vol. 113, no. 2, 2011, pp. 99-104.
- HEJCMAN, M., KLAUDISOVÁ, M., ŠTURSA, J., PAVLŮ, V., SCHELLBERG, J., HEJCMANOVÁ, P., HAKL, J., RAUCH, O., VACEK, S. 2007. Revisiting a 37 years abandoned Fertilizet experiment on *Nardus* grassland in the Czech Republic Original Research Article Agriculture, In *Ecosystems and Environment*, Vol. 118, 2007, Issues 1–4, pp. 231 – 236.
- HEJCMAN, M., SZAKOVÁ, J., SCHELLBERG, J., TLUSTOŠ, P. 2010. The Rengen grassland experiment: relationship between soil and biomass chemical properties, amount of elements applied, and their uptake. *Plant Soil*, 2010, 333, pp. 163-179. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11104-010-0332-3>
- 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.
- HRAŠKO, J. , BEDRNA, Z. 1988. *Aplikované pôdoznanectvo*. Bratislava: Príroda, 1988, 474 s.
- HUMBERT, J., DWYIER, J.M., ANDREY, A., ARLETTAZ, R. 2016. Impacts of nitrogen addition on plant biodiversity in mountain grasslands depend on does, application duration and climate: a systematic review. *Glob. Chang. Biol.*, 22, 110-120. DOI: <https://doi.org/10.1111/gcb.12986>
- JANČOVIČ, J. 2002. Vplyv hnojenia a využívania na vyplavovanie živín a zmeny pôdných vlastností v trávnom ekosystéme. In *Ekológia trávneho porastu VI*. Banská Bystrica. 2002, s. 138-146.
- 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.
- KOBZA, J. a kol. 2010. Aktuálny stav a vývoj obsahu fosforu, draslíka a horčíka v poľnohospodárskych pôdach Slovenska. In *Agrochémia*, roč. 50, 2010, č.1, s. 3-8.
- KOBZA, J., BARANČÍKOVÁ, G., HRIVŇÁKOVÁ, K., MAKOVNÍKOVÁ, J., PÁLKA, B., STYK, J., ŠIRÁŇ, M. 2012. Komplexné zhodnotenie aktuálneho stavu senzitivného územia Horná Nitra s dopadom na riešenie pôdoochranných opatrení. *VUPOP Bratislava*, 2010, 94 s.
- KOHOUTEK, A., KOMÁREK, P, ODSTRČILOVÁ, V., NERUŠIL, P. 2002. Vývoj a kvalita trvalého, prisetého a dočasného travní porastu v letech 1991-2001 na

stanovišti Jevíčko. In *Ekológia trávneho porastu VI : zborník z medzinárodnej vedeckej konferencie*. Banská Bystrica: VÚTPHP, 2002, pp. 228-234.

- KOVÁČ, M. et al. 1989. Výživa a kŕmenie hospodárskych zvierat. Bratislava : Príroda, 1989, 536 s.
- KOVÁČIKOVÁ, Z., VARGOVÁ, V., MICHALEC, M. 2012. Effects of non-fertilised grassland management intensity on herbage quality and quantity. In *Agriculture (Poľnohospodárstvo)*, vol. 58, 2012, no. 2, pp. 41–49. DOI: 10.2478/v10207-012-0005-8
- KRAJČOVIČ, V. 1997. Dynamika tvorby paše na poloprírodných trávnych porastoch . In Holúbek, R. a kol., *Lúkarstvo a pasienkárstvo*. SPU Nitra, 1997, 82-91 s.
- KRAJČOVIČ, V., MICHALEC, M. 2004. Využívanie trvalých trávnych porastov v horských a poľnohospodársky znevýhodnených oblastiach. Banská Bystrica:VÚTPHP,2004, 137s.
- LICHNER, S., MORHÁČ, P., ŠANTA, M., FOLKMAN, I. 1977, *Lúky a pasienky*. Bratislava, Príroda, 1977. 423 s.
- LOŽEK, O., SLAMKA, P., GÁBORÍK, Š., VICIANOVÁ, M., KOBZA, J. 2019. Dynamika zmien obsahu prístupného fosforu v pôdach na Slovensku. In *Agrochémia* 1/2019, Vol. XXIII. (59), s. 3-12.
- MAKOVNÍKOVÁ, J., ORSÁGOVÁ, K., PÁLKA, B., ŠIRÁŇ, M., BOHUNČÁKOVÁ, S. 2012. Využitie rekreačnej funkcie pôdy v cestovnom ruchu. In *Vedecké práce VÚPOP Bratislava*, s. 60-70.
- MAATHUIS, F. 2009. Physiological function of mineral macronutrients. In *Current Opinion in Plant Biology*, 12, vol. 3, s. 250-258.
- MICHALEC, M. 2001. Hnojenie trvalých trávnych porastov. In *Obhospodarovanie trvalých trávnych porastov : zborník referátov z odborného seminára*. Banská Bystrica : VÚTPHP, 2001, s. 4-6.
- 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, pp. 282-288.
- NILSDOTTER-LINDE, N., STENBERG, M., TUVESON, M. 2002. Nutritional quality and yield of white and red clover mixed swards with different harvest and nitrogen strategies. *Grassland Science in Europe*, vol. 7, pp. 146-147.
- NOVÁK, J. 2008. Pasienky, lúky a trávniky. Prievidza : Patria I. spol. s r. o. , 2008, 708 s.
- NOVÁK, J. 2009. Trávne porasty po odlesnení a samozalesnení. Brno : Tribun EU s r. o., 2009: 165 s.
- REN, H., GUODONG, H., LAN, Z., WAN, H., SCHÖNBACH, P., GIERUS, M., TAUBE, F. 2016. Grazing effects on herbage nutritive values depend on precipitation and growing season in Inner Mongolian grassland. *Journal of Plant ecology*, 9 (6), 712-723. DOI: 10.1093/jpe/rtw011

- SKLÁDANKA, J. *et al.* 2014. Pícninářství. Brno : MU, 2014, 368 s.
- SLAMKA, P., JANČOVIČ, J., VOZÁR, Ľ. 2004. Hodnotenie ekonomickej a naturálnej efektívnosti hnojenia a odberu živín trávny porastom. In *Produkčné, ekonomické a krajinotvorné funkcie trávnych a krmných plodín : zborník referátov z medzinárodnej vedeckej konferencie*. Nitra : SPU, 2004, s. 68-78.
- SZEWCZYK, W., KASPERCZYK, M., KACORZYK, P. 2004. Role of farmyard manure on upland meadows. *Grassland Science in Europe*, 9, 714-716.
- ŠANTRÚČEK, J. 2007. Encyklopedie pícninářství. 1. vyd. Praha : ČZU APPZ, 2007, 157 s.
- VARGOVÁ, V., KOVAČIKOVÁ, Z., MICHALEC, M. 2012. Effects of rates and nutrient ratios on production and quality of phytomass at fertiliser application to an alluvial meadow. *Agriculture (Poľnohospodárstvo)*, 58 (1), pp.1-10. DOI: <https://doi.org/10.2478/v10207-012-0001-z>
- VARGOVÁ, V., MICHALEC, M. 2017. Vplyv hnojenia údolnej lúky na produkciu sušiny. In *Recenzovaný zborník vedeckých prác Slovenskej spoločnosti pre poľnohospodárske, lesnícke, potravinárske a veterinárske vedy pri Slovenskej akadémii vied, pobočka Nitra*. 1. vyd. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2017, pp. 119-126.
- VARGOVÁ, V., KOVÁČIKOVÁ, Z., KIZEKOVÁ, M. 2021. Yield and quality phytomass of alluvial meadow in interaction with temperature and rainfall. *Journal of Central European Agriculture*, 2021, 22(1), p. 119-126. <https://doi.org/10.5513/JCEA01/22.1.2863>
- VELICH, J. 1986. Studium vývoje produkční schopnosti trvalých lučních porostů a drnového prosecu při dlouhodobém hnojení a jeho optimalizace. Praha: Videopres MON., 1986, 162s.
- VILČEK J., BUJNOVSKÝ R. 2008. Produkčno-ekonomické aspekty udržateľného využívania poľnohospodárskych pôd Slovenska. Bratislava: VÚPOP, 2008, 5 s.
- VITOUSEK, P. a kol. 1997. Human alteration of the global nitrogen cycle: sources and consequences. In *Ecological Applications*, 1997, 7, pp. 737-750.
- VOZÁR, Ľ. 2009. Možnosti využitia prerušovanej výživy dusíkom v mätonohovo-hrebienkovom trávnom poraste. Nitra : SPU, 2009, 84 s.
- VOZÁR, Ľ., JANČOVIČ, J. 2014. Ošetrovanie travných porostů. In Skládanka, J. *et al.* *Pícninářství*. Brno : MU, 2014, s. 225-245.
- VOZÁR Ľ., KOVÁR, P. 2015. https://web2.mendelu.cz/af_291_projekty/files/19/19-vozar.pdf
- WARKENTIN, B. 1995. The changing concept of soil quality. In *J. Soil Water Conserv.*, 50, 1995, p. 226-228.

9. PRÍLOHY

Tabuľka P1 Produkcia sušiny v roku 2016

Variant	1.kosba		2. kosba		3.kosba		Spolu
	t.ha ⁻¹	%	t.ha ⁻¹	%	t.ha ⁻¹	%	
1	0,60	11,61	2,46	47,58	2,11	40,81	5,17
2	0,53	7,65	3,56	51,37	2,84	40,98	6,93
3	1,67	21,52	3,57	46,01	2,52	32,47	7,76
4	2,18	24,33	3,69	41,18	3,09	34,49	8,96
5	2,90	25,80	5,21	46,35	3,13	27,85	11,24
6	3,07	25,99	5,29	44,79	3,45	29,21	11,81
7	1,69	22,72	2,78	37,37	2,97	39,92	7,44
8	2,59	27,88	3,83	41,23	2,87	30,89	9,29
9	2,85	29,20	3,65	37,40	3,26	33,40	9,76
10	2,41	22,61	5,37	50,38	2,88	27,02	10,66

Tabuľka P2 Produkcia sušiny v roku 2017

Variant	1.kosba		2. kosba		3.kosba		Spolu
	t.ha ⁻¹	%	t.ha ⁻¹	%	t.ha ⁻¹	%	
1	1,50	39,06	1,54	40,10	0,80	20,84	3,84
2	2,12	44,17	1,64	34,16	1,04	21,67	4,80
3	2,21	49,11	1,40	31,11	0,89	19,78	4,50
4	2,99	48,07	2,17	34,89	1,06	17,04	6,22
5	2,86	50,62	1,68	29,73	1,11	19,65	5,65
6	4,71	59,25	2,08	26,16	1,16	14,59	7,95
7	3,59	56,98	1,67	26,51	1,04	16,51	6,30
8	3,96	58,67	1,72	25,48	1,07	15,85	6,75
9	3,12	52,17	1,62	27,09	1,24	20,74	5,98
10	3,91	51,11	2,29	29,93	1,45	18,96	7,65

Tabuľka P3 Produkcia sušiny v roku 2018

Variant	1.kosba		2. kosba		3.kosba		Spolu
	t.ha ⁻¹	%	t.ha ⁻¹	%	t.ha ⁻¹	%	
1	1,08	42,86	1,10	43,65	0,34	13,49	2,52
2	1,37	49,46	0,90	32,49	0,50	18,05	2,77
3	2,01	52,48	1,10	28,72	0,72	18,80	3,83
4	2,78	55,16	1,59	31,55	0,67	13,29	5,04
5	2,68	50,28	2,10	39,40	0,52	9,81	5,30
6	2,35	44,17	2,00	37,59	0,97	18,23	5,32
7	1,92	55,81	1,15	33,43	0,37	10,76	3,44
8	1,04	42,98	1,00	41,32	0,38	15,70	2,42
9	1,89	47,97	1,24	31,47	0,81	20,56	3,94
10	2,13	47,87	1,60	35,96	0,72	16,18	4,45

Tabuľka P4 Produkcia sušiny v roku 2019

Variant	1.kosba		2. kosba		3.kosba		Spolu
	t.ha ⁻¹	%	t.ha ⁻¹	%	t.ha ⁻¹	%	
1	1,70	46,41	1,46	39,90	0,50	13,69	3,66
2	1,59	38,65	1,63	39,58	0,90	21,77	4,13
3	2,70	46,30	1,83	31,33	1,30	22,37	5,83
4	3,22	49,87	1,84	28,55	1,39	21,58	6,46
5	3,23	45,38	2,05	28,77	1,84	25,86	7,12
6	3,60	50,17	2,13	29,66	1,45	20,17	7,17
7	2,25	44,97	1,51	30,20	1,24	24,83	5,00
8	2,58	44,45	1,94	33,52	1,28	22,02	5,80
9	3,98	55,31	1,74	24,24	1,47	20,45	7,19
10	3,68	49,04	2,24	29,86	1,58	21,10	7,51

Tabuľka P5 Produkcia sušiny v roku 2020

Variant	1.kosba		2. kosba		3.kosba		Spolu
	t.ha ⁻¹	%	t.ha ⁻¹	%	t.ha ⁻¹	%	
1	0,70	0,15	2,29	0,51	1,55	0,34	4,54
2	1,30	0,18	3,21	0,45	2,60	0,37	7,11
3	1,70	0,23	2,97	0,40	2,75	0,37	7,42
4	2,77	0,32	2,58	0,30	3,19	0,37	8,54
5	4,11	0,40	3,35	0,32	2,87	0,28	10,33
6	3,68	0,35	3,92	0,37	3,01	0,28	10,61
7	2,06	0,28	2,49	0,34	2,69	0,37	7,24
8	2,52	0,32	2,54	0,33	2,73	0,35	7,78
9	3,96	0,37	4,00	0,37	2,73	0,26	10,69
10	3,80	0,37	3,68	0,36	2,78	0,27	10,26

Tabuľka P6 Vplyv rokov, kosieb a pomerov na produkciu sušiny (t.ha⁻¹)

Rok	Priemer	Kosba	Priemer	Pomer	Priemer
2016	2,96 ^c	1	2,25 ^b	0	1,31 ^a
2017	1,99 ^b	2	2,15 ^b	PK	1,72 ^{ab}
2018	1,30^a	3	1,45 ^a	1 : 0,3 : 0,8	2,45 ^c
2019	2,00 ^b			1 : 0,15 : 0,4	2,33 ^{bc}
2020	2,82 ^c				

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

Tabuľka P7 Koeficient naturálnej efektívnosti v roku 2016

Variant	Úroda t.ha ⁻¹	Rozdiel úrod kg	Dávka NPK kg č.ž.	Účinnosť NPK	Dávka N kg č.ž.	Účinnosť N
1	5,17	-	-	-	0	-
2	6,93	1760	63,5	27,72	0	-
3	7,76	2590	105	24,66	50	51,80
4	8,96	3790	210	18,05	100	37,90
5	11,24	6070	315	19,26	150	40,46
6	11,81	6640	420	15,80	200	33,20
7	7,44	2270	77,5	29,29	50	45,40
8	9,29	4120	155	26,58	100	41,20
9	9,76	4590	232,5	19,74	150	30,60
10	10,66	5490	310	17,71	200	27,45

Tabuľka P8 Koeficient naturálnej efektívnosti v roku 2017

Variant	Úroda t.ha ⁻¹	Rozdiel úrod kg	Dávka NPK kg č.ž.	Účinnosť NPK	Dávka N kg č.ž.	Účinnosť N
1	3,84	-	-	-	0	-
2	4,80	960	63,5	15,12	0	-
3	4,50	660	105	6,29	50	13,20
4	6,22	2380	210	11,33	100	23,80
5	5,65	1810	315	5,75	150	12,07
6	7,95	4110	420	9,79	200	20,55
7	6,30	2460	77,5	31,74	50	49,20
8	6,75	2910	155	18,77	100	29,10
9	5,98	2140	232,5	9,20	150	14,27
10	7,65	3810	310	12,29	200	19,05

Tabuľka P9 Koeficient naturálnej efektívnosti v roku 2018

Variant	Úroda t.ha ⁻¹	Rozdiel úrod kg	Dávka NPK kg č.ž.	Účinnosť NPK	Dávka N kg č.ž.	Účinnosť N
1	2,52	-	-	-	0	-
2	2,77	250	63,5	3,94	0	-
3	3,83	1310	105	12,48	50	26,20
4	5,04	2520	210	12,00	100	25,20
5	5,33	2810	315	8,92	150	18,73
6	5,02	2500	420	5,95	200	12,50
7	3,44	920	77,5	11,87	50	18,40
8	2,42	-100	155	-0,65	100	-1,00
9	3,94	1420	232,5	6,11	150	9,47
10	4,45	1930	310	6,23	200	9,65

Tabuľka P10 Koeficient naturálnej efektívnosti v roku 2019

Variant	Úroda t.ha ⁻¹	Rozdiel úrod kg	Dávka NPK kg č. ž.	Účinnosť NPK	Dávka N kg č.ž.	Účinnosť N
1	3,66	–	–	–	0	–
2	4,13	470	63,5	7,40	0	–
3	5,83	2170	105	20,67	50	43,40
4	6,46	2800	210	13,33	100	28,00
5	7,12	3461	315	10,99	150	23,07
6	7,17	3517	420	8,37	200	17,59
7	5,00	1340	77,5	17,30	50	26,81
8	5,80	2142	155	13,82	100	21,42
9	7,19	3537	232,5	15,21	150	23,58
10	7,51	3851	310	12,42	200	19,26

Tabuľka P11 Koeficient naturálnej efektívnosti v roku 2020

Variant	Úroda t.ha ⁻¹	Rozdiel úrod kg	Dávka NPK kg č.ž.	Účinnosť NPK	Dávka N kg č.ž.	Účinnosť N
1	4,54	-	-	-	0	-
2	7,11	2570	63,5	40,47	0	-
3	7,42	2880	105	27,43	50	57,60
4	8,54	4000	210	19,05	100	40,00
5	10,33	5790	315	18,38	150	38,60
6	10,61	6070	420	14,45	200	30,35
7	7,24	2700	77,5	34,84	50	54,00
8	7,78	3240	155	20,90	100	32,40
9	10,69	6150	232,5	26,45	150	41,00
10	10,26	5720	310	18,45	200	28,60

Tabuľka P12 Priemerný obsah organických a minerálnych látok v sušine v roku 2016

Variant	Vláknina g.kg ⁻¹	Popol g.kg ⁻¹	N- látky g.kg ⁻¹	P g.kg ⁻¹	K g.kg ⁻¹	Ca g.kg ⁻¹	Mg g.kg ⁻¹	Na g.kg ⁻¹
1	221,46	101,44	145,32	2,54	16,89	12,51	5,19	0,30
2	238,48	101,93	138,14	3,46	18,35	11,24	4,60	0,27
3	237,31	103,35	132,88	2,85	17,24	11,01	4,80	0,27
4	256,04	95,31	133,47	3,34	18,35	9,67	3,90	0,25
5	265,33	102,31	132,35	3,52	23,46	8,22	3,60	0,27
6	279,59	99,00	133,51	3,53	21,64	7,98	3,71	0,29
7	252,99	93,47	127,15	2,59	17,99	10,52	4,06	0,30
8	267,15	92,59	129,18	2,76	17,51	9,26	4,07	0,29
9	258,88	93,74	126,10	2,93	17,90	8,72	4,06	0,31
10	258,58	96,19	129,25	3,23	19,54	8,82	4,05	0,30

Tabuľka P13 Priemerný obsah organických a minerálnych látok v sušine v roku 2017

Variant	Vláknina g.kg ⁻¹	Popol g.kg ⁻¹	N- látky g.kg ⁻¹	P g.kg ⁻¹	K g.kg ⁻¹	Ca g.kg ⁻¹	Mg g.kg ⁻¹	Na g.kg ⁻¹
1	237,53	99,35	139,94	2,85	16,46	12,20	4,94	0,33
2	236,20	96,85	143,44	3,84	16,63	11,99	4,72	0,31
3	247,81	92,88	129,83	2,83	16,35	11,26	4,44	0,31
4	274,00	89,14	133,92	3,43	16,39	9,16	3,97	0,29
5	280,29	101,95	150,20	3,45	19,87	7,50	3,66	0,32
6	279,26	95,31	134,21	3,61	17,35	7,39	3,67	0,30
7	234,43	93,30	144,50	3,13	16,49	10,26	4,43	0,33
8	250,19	91,64	136,18	2,90	14,97	10,12	4,40	0,37
9	252,19	85,97	138,01	3,14	15,28	9,75	3,97	0,43
10	280,96	83,41	143,14	3,12	15,87	7,49	3,55	0,39

Tabuľka P14 Priemerný obsah organických a minerálnych látok v sušine v roku 2018

Variant	Vláknina g.kg ⁻¹	Popol g.kg ⁻¹	N- látky g.kg ⁻¹	P g.kg ⁻¹	K g.kg ⁻¹	Ca g.kg ⁻¹	Mg g.kg ⁻¹	Na g.kg ⁻¹
1	258,46	88,76	128,02	3,05	17,42	10,17	4,41	0,31
2	262,00	103,53	128,09	4,05	15,43	13,70	5,25	0,33
3	228,22	97,80	124,98	3,12	15,38	10,62	5,14	0,37
4	264,68	81,81	131,68	3,84	16,54	9,22	4,50	0,43
5	268,14	89,01	131,22	3,66	15,26	8,13	4,34	0,36
6	259,31	91,66	151,01	3,93	19,76	9,44	4,30	0,37
7	255,03	88,76	125,91	2,78	14,69	10,94	4,42	0,50
8	266,12	87,10	136,57	3,36	14,46	10,93	4,67	0,49
9	265,37	82,98	143,55	3,37	14,29	9,43	4,72	0,47
10	271,42	81,69	139,29	3,55	13,67	9,14	4,43	0,41

Tabuľka P15 Priemerný obsah organických a minerálnych látok v sušine v roku 2019

Variant	Vláknina g.kg ⁻¹	Popol g.kg ⁻¹	N- látky g.kg ⁻¹	P g.kg ⁻¹	K g.kg ⁻¹	Ca g.kg ⁻¹	Mg g.kg ⁻¹	Na g.kg ⁻¹
1	245,00	92,13	128,52	2,89	16,36	11,48	4,64	0,31
2	251,26	96,29	140,01	3,61	17,60	13,66	4,63	0,30
3	243,57	98,37	130,17	3,08	17,93	11,86	4,30	0,30
4	275,56	88,80	145,68	3,83	17,55	9,37	3,76	0,30
5	281,10	94,25	138,42	3,59	19,83	9,36	3,70	0,31
6	282,94	93,58	146,52	3,72	20,82	8,15	3,01	0,28
7	244,77	91,27	137,95	3,08	17,40	10,11	4,00	0,33
8	273,49	90,83	137,07	3,30	17,95	9,25	4,09	0,34
9	268,18	89,06	139,58	3,03	20,77	8,97	4,04	0,33
10	284,78	84,05	138,16	2,96	18,23	26,24	3,39	0,30

Tabuľka P16 Priemerný obsah organických a minerálnych látok v sušine v roku 2020

Variant	Vláknina g.kg ⁻¹	Popol g.kg ⁻¹	N- látky g.kg ⁻¹	P g.kg ⁻¹	K g.kg ⁻¹	Ca g.kg ⁻¹	Mg g.kg ⁻¹	Na g.kg ⁻¹
1	234,59	87,05	140,72	2,81	19,03	9,59	3,79	0,28
2	232,42	84,91	159,07	3,51	21,03	10,83	3,88	0,30
3	250,55	81,74	139,03	3,39	20,59	7,54	3,32	0,31
4	241,85	82,95	146,58	3,63	20,53	6,73	3,46	0,29
5	265,76	87,27	143,08	3,77	22,92	7,69	3,01	0,28
6	259,62	89,34	148,97	4,07	24,73	6,54	2,60	0,30
7	249,84	81,85	140,14	3,31	17,27	7,52	3,26	0,34
8	240,44	83,78	147,84	3,39	19,29	7,55	3,55	0,29
9	267,64	75,36	145,72	3,24	19,95	7,54	3,16	0,28
10	260,74	79,89	167,85	3,42	21,82	7,14	3,19	0,31

Tabuľka P17 Vplyv rokov, kosieb a pomerov na obsah minerálnych látok v sušine (g.kg⁻¹)

Faktor		NL	P	K	Ca	Mg	Na
Rok	2016	142,04 ^b	3,36 ^b	19,86 ^{bc}	12,32 ^{bc}	3,90 ^{bc}	0,33 ^a
	2017	136,35 ^b	3,11 ^b	18,05 ^{ab}	12,71 ^c	3,74 ^{ab}	0,38 ^b
	2018	122,99 ^a	2,80 ^a	17,14 ^a	13,07 ^c	4,51 ^d	0,32 ^a
	2019	138,87 ^b	3,26 ^b	18,03 ^{ab}	10,88 ^b	4,17 ^c	0,30 ^a
	2020	148,78 ^b	3,41 ^b	20,30 ^c	8,72 ^a	3,53 ^a	0,29 ^a
Kosba	1	147,30 ^b	3,23 ^b	20,77 ^c	8,81 ^a	2,90 ^a	0,36 ^a
	2	121,72 ^a	2,75 ^a	16,88 ^a	11,87 ^b	4,33 ^b	0,37 ^a
	3	147,34 ^b	3,58 ^c	18,38 ^b	13,93 ^c	4,68 ^c	0,39 ^a
Pomer	0	131,87 ^a	2,59 ^a	17,36 ^a	12,57 ^b	4,23 ^c	0,36 ^a
	PK	146,66 ^a	3,63 ^c	18,62 ^{ab}	13,34 ^b	4,43 ^c	0,35 ^a
	1 : 0,3 : 0,8	136,30 ^a	3,48 ^c	20,41 ^b	9,89 ^a	3,49 ^a	0,35 ^a
	1 : 0,15 : 0,4	136,38 ^a	3,05 ^b	18,32 ^a	10,35 ^a	3,73 ^b	0,41 ^a

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

Tabuľka P18 Obsah organických a minerálnych látok 1. kosba – priemer rokov

Variant	Vláknina g.kg ⁻¹	Popol g.kg ⁻¹	N- látky g.kg ⁻¹	P g.kg ⁻¹	K g.kg ⁻¹	Ca g.kg ⁻¹	Mg g.kg ⁻¹	Na g.kg ⁻¹
1	245,90	79,69	129,05	2,46	16,85	9,69	3,57	0,28
2	248,05	84,08	147,69	3,26	18,31	9,87	3,49	0,27
3	230,67	85,10	137,71	2,95	17,76	9,14	3,70	0,30
4	269,94	79,14	152,29	3,59	20,47	6,55	2,78	0,31
5	278,91	84,34	152,51	3,58	22,47	6,96	2,86	0,30
6	278,51	86,53	158,03	3,59	23,75	6,98	2,68	0,29
7	245,31	77,75	139,66	2,88	18,26	7,58	3,25	0,32
8	264,60	75,24	152,22	3,03	17,47	7,12	3,27	0,30
9	271,41	73,36	151,78	2,93	18,92	6,98	3,15	0,35
10	274,05	74,85	158,66	3,24	19,41	6,59	2,89	0,32

Tabuľka P19 Obsah organických a minerálnych látok 2. kosba – priemer rokov

Variant	Vláknina g.kg ⁻¹	Popol g.kg ⁻¹	N- látky g.kg ⁻¹	P g.kg ⁻¹	K g.kg ⁻¹	Ca g.kg ⁻¹	Mg g.kg ⁻¹	Na g.kg ⁻¹
1	234,62	102,82	135,69	2,88	16,66	11,59	5,09	0,35
2	235,66	100,12	138,42	3,69	17,98	14,14	5,08	0,32
3	250,07	97,05	121,97	2,70	17,76	11,16	4,67	0,30
4	260,96	92,36	128,51	3,40	16,81	9,78	4,42	0,32
5	271,66	100,36	129,33	3,62	20,15	8,54	3,94	0,33
6	278,87	95,07	131,71	3,73	20,97	8,07	3,79	0,31
7	253,66	91,33	128,39	2,82	16,20	9,84	4,03	0,40
8	264,66	90,80	124,31	2,88	16,02	9,35	4,31	0,38
9	265,54	85,11	126,78	3,08	15,54	8,74	4,14	0,35
10	282,73	83,02	129,80	3,01	17,19	7,87	3,76	0,34

Tabuľka P20 Obsah organických a minerálnych látok 3. kosba – priemer rokov

Variant	Vláknina g.kg ⁻¹	Popol g.kg ⁻¹	N- látky g.kg ⁻¹	P g.kg ⁻¹	K g.kg ⁻¹	Ca g.kg ⁻¹	Mg g.kg ⁻¹	Na g.kg ⁻¹
1	237,71	98,72	144,77	3,15	18,18	12,29	5,12	0,29
2	198,56	105,91	139,15	4,13	17,13	12,85	5,28	0,31
3	194,35	102,33	131,11	3,51	16,97	11,07	4,84	0,33
4	200,39	91,31	134,00	3,86	16,34	10,17	4,56	0,31
5	209,55	100,18	135,32	3,60	18,19	9,04	4,18	0,30
6	204,36	99,73	138,79	4,00	17,85	8,65	3,90	0,32
7	195,44	100,12	137,34	3,23	15,84	12,18	4,83	0,35
8	199,20	101,53	135,59	3,51	17,03	11,80	4,88	0,39
9	204,22	97,78	137,21	3,41	18,47	10,93	19,43	0,38
10	205,93	97,27	142,15	3,52	16,87	9,97	4,52	0,37

Tabuľka P21 Agrochemický rozbor pôdy 2016

Variant	pH/ KCl pH	Cox g.kg ⁻¹	Humus g.kg ⁻¹	N g.kg ⁻¹	P mg.kg ⁻¹	K mg.kg ⁻¹	Mg mg.kg ⁻¹	C : N
1	4,68	28,81	49,67	3,43	1,51	111,22	456,31	8,40
2	4,53	27,06	46,66	2,62	6,98	107,77	379,37	10,33
3	4,49	27,64	47,66	3,15	2,21	107,77	311,65	8,77
4	4,59	24,73	42,64	2,93	13,16	97,19	313,31	8,44
5	4,59	26,48	45,65	3,05	39,26	121,42	444,13	8,68
6	4,45	21,53	37,12	2,44	73,86	97,19	347,65	8,82
7	4,45	20,66	35,62	2,98	1,74	97,19	381,57	6,93
8	4,89	23,28	40,13	2,76	2,07	100,75	403,43	8,43
9	4,81	24,44	42,14	3,02	3,26	100,75	377,22	8,09
10	5,02	21,53	37,12	2,92	5,87	93,59	400,51	7,37

Tabuľka P22 Agrochemický rozbor pôdy 2017

Variant	pH/ KCl pH	Cox g.kg ⁻¹	Humus g.kg ⁻¹	N g.kg ⁻¹	P mg.kg ⁻¹	K mg.kg ⁻¹	Mg mg.kg ⁻¹	C : N
1	4,35	31,20	53,79	3,34	1,84	107,69	393,39	9,34
2	4,44	32,10	55,34	3,07	8,80	121,94	360,21	10,46
3	4,47	31,50	54,31	3,31	3,38	107,69	336,34	9,52
4	4,57	35,10	60,51	2,52	12,43	128,85	398,15	13,93
5	4,48	30,60	52,75	2,52	15,46	121,94	375,26	12,14
6	4,51	32,10	55,34	3,00	60,04	114,89	354,46	10,70
7	4,59	33,00	56,89	2,98	1,86	114,89	435,42	11,07
8	4,51	34,40	59,48	2,42	2,48	121,94	402,06	14,21
9	4,65	28,20	48,62	2,87	1,99	107,69	405,49	9,83
10	4,91	31,50	54,31	3,03	5,98	121,94	477,53	10,40

Tabuľka P23 Agrochemický rozbor pôdy 2018

Variant	pH/ KCl pH	Cox g.kg ⁻¹	Humus g.kg ⁻¹	N g.kg ⁻¹	P mg.kg ⁻¹	K mg.kg ⁻¹	Mg mg.kg ⁻¹	C : N
1	4,26	33,60	57,93	3,02	2,31	105,43	411,11	11,13
2	4,18	31,80	54,82	3,05	8,43	109,48	354,18	10,43
3	4,40	30,90	53,27	3,27	3,14	113,47	391,78	9,45
4	4,35	34,80	60,00	3,61	12,11	117,42	335,76	9,64
5	4,40	27,30	47,07	2,95	18,88	119,48	366,84	9,25
6	4,55	34,20	58,96	3,15	59,73	168,56	309,78	10,86
7	4,39	34,20	58,96	2,95	3,92	103,82	433,69	11,59
8	4,50	30,60	52,75	3,19	4,56	109,48	383,59	9,59
9	4,49	34,50	59,48	3,82	5,12	111,33	410,81	9,03
10	4,54	30,90	53,27	2,88	4,92	114,48	430,01	10,73

Tabuľka P24 Agrochemický rozbor pôdy 2019

Variant	pH/ KCl pH	Cox g.kg ⁻¹	Humus g.kg ⁻¹	N g.kg ⁻¹	P mg.kg ⁻¹	K mg.kg ⁻¹	Mg mg.kg ⁻¹	C : N
1	4,35	24,02	41,42	3,27	2,67	126,52	395,14	7,35
2	4,23	14,47	24,94	2,38	17,90	122,63	269,45	6,08
3	4,52	20,48	35,30	2,75	4,39	102,00	374,36	7,45
4	4,54	22,66	39,06	3,26	9,64	126,52	300,53	6,95
5	4,77	20,48	35,30	2,58	9,54	102,00	338,71	7,94
6	4,71	18,02	31,06	2,81	42,94	106,30	292,74	6,41
7	4,64	20,75	35,77	3,17	2,77	114,63	401,11	6,55
8	4,55	24,02	41,42	3,30	2,76	122,63	348,46	7,28
9	4,74	19,93	34,36	3,11	2,59	114,63	367,57	6,41
10	5,03	18,84	32,47	2,42	3,14	126,52	432,37	7,79

Tabuľka P25 Agrochemický rozbor pôdy 2020

Variant	pH/ KCl pH	Cox g.kg ⁻¹	Humus g.kg ⁻¹	N g.kg ⁻¹	P mg.kg ⁻¹	K mg.kg ⁻¹	Mg mg.kg ⁻¹	C : N
1	4,30	20,84	35,93	2,00	2,26	105,70	355,14	10,42
2	4,31	17,74	30,58	1,80	4,49	119,45	304,58	9,85
3	4,66	21,66	37,34	2,10	3,11	100,06	320,80	10,31
4	4,78	17,84	30,75	1,95	5,07	100,19	297,29	9,15
5	4,87	19,93	34,36	2,26	7,54	104,15	377,35	8,82
6	4,84	23,30	40,16	2,64	7,31	108,06	328,96	8,83
7	4,61	20,47	35,29	2,16	2,17	108,06	380,04	9,48
8	4,82	22,05	38,01	2,35	2,19	111,91	388,29	9,38
9	4,97	18,20	31,38	1,82	3,35	114,91	388,56	10,0
10	5,15	18,38	31,68	1,95	3,63	121,91	455,78	9,43

Tabuľka P26 Vplyv rokov, pomerov a variantov na pôdnu reakciu a zásoby prvkov v pôde

Faktor		pH	Cox g.kg ⁻¹	N g.kg ⁻¹	P mg.kg ⁻¹	K mg.kg ⁻¹	Mg mg.kg ⁻¹
Rok	2016	4,57 ^b	24,73 ^a	2,93 ^b	13,43 ^a	103,88 ^a	379,24 ^a
	2017	4,46 ^{ab}	32,09 ^c	2,90 ^b	9,87 ^a	117,34 ^b	391,55 ^a
	2018	4,32 ^a	32,40 ^c	3,19 ^b	10,75 ^a	117,69 ^b	380,48 ^a
	2019	4,52 ^b	20,48 ^a	2,90 ^b	4,98 ^a	116,84 ^a	346,77 ^a
	2020	4,65 ^b	20,16 ^a	2,09 ^a	2,55 ^a	109,84 ^a	357,40 ^a
Pomer	0	4,39 ^{ab}	27,69 ^a	3,01 ^a	2,12 ^a	111,31 ^a	402,22 ^b
	PK	4,34 ^a	26,63 ^a	2,58 ^a	9,30 ^{ab}	116,25 ^a	333,56 ^a
	1 : 0,3 : 0,8	4,58 ^b	26,06 ^a	2,81 ^a	18,50 ^b	113,28 ^a	345,79 ^a
	1 : 0,15 : 0,4	4,71 ^c	25,49 ^a	2,80 ^a	3,32 ^a	111,65 ^a	405,18 ^b
Varianty	1	4,39 ^{ab}	27,69 ^a	3,01 ^a	2,12 ^a	111,31 ^a	402,22 ^{bc}
	2	4,34 ^a	24,63 ^a	2,58 ^a	9,32 ^a	116,25 ^a	333,56 ^{ab}
	3	4,51 ^{ab}	26,44 ^a	2,92 ^a	3,25 ^a	106,20 ^a	346,99 ^{ab}
	4	4,57 ^{ab}	27,03 ^a	2,85 ^a	10,48 ^a	114,03 ^a	329,01 ^a
	5	4,62 ^{abc}	24,96 ^a	2,67 ^a	18,14 ^a	113,80 ^a	380,46 ^{ab}
	6	4,61 ^{abc}	25,83 ^a	2,81 ^a	48,78 ^b	119,00 ^a	326,72 ^a
	7	4,54 ^{ab}	25,82 ^a	2,85 ^a	2,49 ^a	107,72 ^a	406,37 ^{bc}
	8	4,65 ^{abc}	26,87 ^a	2,80 ^a	2,81 ^a	113,34 ^a	385,17 ^{ab}
	9	4,73 ^{bc}	25,05 ^a	2,93 ^a	3,26 ^a	109,86 ^a	389,93 ^{ab}
	10	4,93 ^c	24,23 ^a	2,64 ^a	4,71 ^a	115,69 ^a	439,24 ^c

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

POĎAKOVANIE

Tento materiál bol spracovaný z výsledkov riešenia Rezortného projektu výskumu a vývoja (RPVaV) na roky 2016 – 2018 „Komplexné systémy hospodárenia na trávnych porastoch “ a na roky 2019 – 2021 „Multifunkčné hospodárenie na rôznych typoch trávnych porastoch“.



Názov: Diferencovaná výživa trávnych porastov

Autori: Ing. Zuzana Kováčiková, PhD.
Ing. Vladimíra Vargová, PhD.

Editori: Ing. Zuzana Kováčiková, PhD.
Ing. Vladimíra Vargová, PhD.

Fotografie: Ing. Vladimíra Vargová, PhD.

Vydanie: prvé

Vydavateľ: Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný
ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva Banská
Bystrica

Rok vydania: 2021

Počet strán: 56

Tlač: Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný
ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva Banská
Bystrica

Formát: A5

Náklad: 100 ks

Nepredajné

ISBN 978-80-89800-18-6

EAN 9788089800186



ISBN 978-80-89800-18-6