



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



Využitie druhotného produktu z bioplynových staníc vo výžive trávnych porastov

METODICKÁ PRÍRUČKA

Zuzana Kováčiková, Vladimíra Vargová, Milan Michalec



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

Využitie druhotného produktu z bioplynových staníc vo výžive trávnych porastov

Zuzana Kováčiková, Vladimíra Vargová, Milan Michalec

METODICKÁ PRÍRUČKA

VYUŽITIE DRUHOTNÉHO PRODUKTU Z BIOPLYNOVÝCH STANÍC VO VÝŽIVE TRÁVNÝCH PORASTOV

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

Recenzenti: doc. Ing. Ladislav Varga, PhD.
prof. Ing. Ladislav Ducsay, Dr.

Grafická úprava: Ing. Zuzana Kováčiková, PhD.
Ing. Vladimíra Vargová, PhD.

*© Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum Lužianky
Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva
Banská Bystrica 2018*

ISBN 978-80-89800-13-1

OBSAH

1. ÚVOD	5
2. SÚČASNÝ STAV POZNANIA DANEJ PROBLEMATIKY	6
3. DIGESTÁT.....	8
3.1. Proces výroby digestátu	8
3.2. Digestát ako organicko – minerálne hnojivo	10
3.3. Využitie a aplikácia digestátu	11
3.4. Obsah živín v digestáte	13
3.5. Špecificky pozitívne vlastnosti digestátu a jeho zložiek na pôdu, vodu a produkciu	17
4. LEGISLATÍVNE OPATRENIA PRI APLIKÁCIÍ DIGESTÁTU	19
5. VLASTNÁ METODIKA RIEŠENIA PROBLEMATIKY	21
5.1. Charakteristika experimentálneho územia	21
5.1.1. Orografické pomery	21
5.1.2. Pedologická charakteristika územia	21
5.1.3. Hydrologické pomery	22
5.1.5. Agroklimatická charakteristika územia	22
5.2. Založenie experimentu a spôsob riešenia problematiky	25
5.3. Výsledky	30
5.3.1. Agrochemické vlastnosti pôdy	30
5.3.2. Zapojenosť porastu, trvácnosť prísevu	33
5.3.3. Floristické zloženie porastu	36
5.3.4. Produkcia sušiny	45
5.3.5. Kvalitatívne parametre fytomasy	49
5.3.6. Výživná hodnota fytomasy	59
6. ODPORÚČANIA PRE APLIKÁCIU DIGESTÁTU V PRAXI	67
7. LITERATÚRA	68

ZOZNAM SKRATIEK

BPS	bioplynová stanica
C : N	pomer uhlíka k dusíku v pôde
Ca	vápnik
C _{ox}	organický oxidovateľný uhlík
DTM	d'atelinotrávna miešanka
K	draslík
ME	metabolizovateľná energia
Mg	horčík
N	dusík
Na	sodík
NEL	netto energie laktácie
NEV	netto energie výkrmu
NL	dusíkaté látky
P	fosfor
PDI	skutočne stráviteľné dusíkaté látky v tenkom čreve
pH	pôdna reakcia
SOH	stráviteľná organická hmota
TP	trávny porast
TTP	trvalé trávne porasty

1. ÚVOD

Poľnohospodári v horských a podhorských oblastiach celej Európy majú obdobné problémy ako naši. Tieto oblasti sú menej priaznivé pre poľnohospodársku produkciu. Pritom tvoria významné časti krajín, ktorých obyvatelia možno najviac čelia dôsledkom prehlbujúcej sa krízy. Tradičné poľnohospodárstvo, až na niektoré výnimky, tu nedokáže konkurovať lepším výrobným podmienkam v nižších polohách a dostáva sa do hlbokej defenzívy. Tendencie súčasného vývoja týchto regiónov v zahraničí aj u nás sa v mnohých smeroch zhodujú. Dochádza k poklesu hospodárskej a sociálnej úrovne, úbytku obyvateľstva až po hrozbu vyľudnenia. Aj keď napr. rakúski, talianski, švajčiarski či francúzski roľníci v horských oblastiach produkujú veľmi hodnotné potraviny, ich tržby sa neustále znižujú a nútia ich hospodárstvo opustiť. Dochádza k stále silnejšiemu vyľudňovaniu so všetkými negatívnymi dôsledkami pre infraštruktúru. Je otázne, či tu čerstvé a zdravé základné potraviny ako napr. mlieko za dumpingové ceny nie sú v supermarketoch dosahované na úkor životného prostredia, prírody, kultúry, tradície a pracovných miest.

Poľnohospodárstvo síce nepredstavuje jediný zdroj pracovnej aktivity v horských oblastiach, má však nezastupiteľnú funkciu pri udržovaní krajiny. Dnešné lúky a pasienky v alpských oblastiach sú ešte stále výsledkom poľnohospodárskej činnosti. Celoročný rastlinný pokryv lúk a pasienkov zabezpečuje retenčnú a protieróznou funkciu. Pritom budovanie hrádzí je oveľa drahšou umelou náhradou. Počty turistov v Alpách hovoria jasnou rečou. Nechodia sem pre krásne hotely ale pre udržiavanú kultúrnu krajinu.

Na Slovensku sa pri znižovaní stavov polygastrických zvierat, zánikom alebo transformáciou podnikov rozšírili výmery tzv. bielych plôch. Sú to lúky a pasienky, ktoré nikto neobhospodaruje a postupne zarastli samonáletom drevín a sú ako semenisko burín. Opustené územia spätnou sukcesiou smerujú k pôvodnému klimaxovému vegetačnému štádiu, to znamená, k lesu. Zarastanie TTP s výnimkou odôvodnených prípadov nie je prijateľné z hľadiska hospodárskeho či ekologického, environmentálneho a už vôbec nie estetického.

Z týchto dôvodov kolektív autorov v tejto príručke poukazuje na možnosť využívania ako prísiatych tak aj trvalých trávnych porastov pre potreby bioplynových staníc. Najžiadanejšia je kukurica, ale v horských oblastiach predstavuje erózne ohrozenie pôd. Najvhodnejšou voľbou je pestovanie plodín znižujúcich nebezpečie erózie i celkové náklady na pestovanie. Veľký význam má preto pestovanie produkčných a vytrvalých tráv vhodných pre obnovy degradovaných TTP.

2. SÚČASNÝ STAV POZNANIA DANEJ PROBLEMATIKY

V súčasnosti si svetová populácia nielen uvedomuje, ale čoraz tvrdšie pociťuje dopad vyčerpateľných primárnych zdrojov energie. Stále sa zvyšujúca spotreba fosílnych palív je na jednej strane ako sprievodný civilizačný jav, ale na strane druhej prináša aj veľmi nepriaznivé dopady na stále sa zhoršovanie podmienok životného prostredia. Mementom sú stále častejšie sa opakujúce prírodné katastrofy s čoraz vážnejšími dopadmi na krajinu a ekológiu, ďalej sú to materiálne straty ale predovšetkým aj straty na životoch.

Jednou z perspektívnych ciest riešenia tohto komplexného problému pri znižovaní spotreby energie priamych zdrojov je používanie výkonnejších a príkonovo menej náročných technológií a zariadení. Druhou cestou je ekologizácia energetickej základne zvýšením podielu alternatívnych, alebo obnoviteľných zdrojov energie (Gonda, 2010).

Nielen ekologické, ale aj ekonomické dôvody využívania palív v súčasnom i budúcom období stále viac obracajú pozornosť poľnohospodárov na využívanie obnoviteľných zdrojov energie. V súčasnosti náklady na hnojivá predstavujú najvyššiu položku poľnohospodára (Kováčiková a kol., 2012). Zároveň rastúce nároky na ochranu životného prostredia a produkciu zdravotne nezávadných potravín vedú výrobcov k zvyšovaniu podielu výroby priemyselných hnojív na báze zdrojov biologických surovín. Hollá (2000) uvádza, že technický rozvoj a vstup iných zdrojov energie umožnili lepšie využitie produkčného potenciálu nových druhov rastlín a živočíchov, ale aj plne využiť poľnohospodársku pôdu na produkciu potravín.

V súvislosti so stúpajúcou úrovňou a produktivitou poľnohospodárstva sa zvyšuje aj výmera pôdy, ktorá ale nemá využitie pre produkciu potravín. V prípade uvedenia ornej pôdy do klúdu, kedy je vhodné zatrávnenie, je potrebné tieto plochy obhospodarovať kosením. Zvýšený ekonomický tlak na rentabilitu poľnohospodárskej produkcie je ďalším dôvodom, prečo klesá výmera obhospodarovanej pôdy, zvlášť v marginálnych oblastiach. Možno predpokladať, že podobne ako v Nemecku alebo v Rakúsku, bude vzrastať tlak na majiteľov pozemkov, zvlášť v turistických oblastiach, aby vykonávali pravidelnú údržbu trávnych porastov. Nevyužitým potenciálom trvalých trávnych porastov vzniká prebytok trávnej hmoty, ktorú je ale potrebné kosiť. A dôvodom sú aj nízke stavy polygastrických zvierat (Vargová, 2016).

V súčasnej dobe sa zvyšuje záujem o využitie rastlinnej biomasy ako obnoviteľného energetického zdroja. Je to aj z dôvodu obmedzovania produkcie skleníkových plynov a znižovania produkcie biologických odpadov (Kocourková a Mrkvička, 2004; Košík, 2008). Trávna hmota z trávnych porastov teda patrí k možným zdrojom alternatívnej energie (Gerndtová a Andert, 2008). Všeobecne však môžeme konštatovať, že biomasa je vďaka svojej variabilite schopná vyhovieť prakticky všetkým technologickým a technickým nárokom a v dohľadnej dobe bude, v závislosti na rýchlosti rastu cien fosílnych energií, tiež ekonomicky výhodná pre oveľa širšiu mieru aplikácií než dnes. Dnes je zrejmé, že obnoviteľné zdroje energie by boli schopné plne nahradiť fosílna palivá. Celosvetové zásoby biomasy sú obrovské a množstvo energie,

vytvorenej každý rok fotosyntézou, vo forme biomasy je desaťkrát väčšie, ako je celosvetová spotreba energie (Košík, 2008).

Navyše i odpad je často hodnotnou surovinou resp. polotovarom pre výrobu, prípadne zdrojom energie, ako je tomu u biomasy. Pri získavaní energie z biomasy prevažujú termické konverzné procesy, t.j. spaľovanie, splyňovanie a pyrolýza, ale uplatňuje sa aj anaeróbna fermentácia spojená s produkciou bioplynu. Produkcia bioplynu je teda nielen efektívnym spôsobom získavania energie zo živočíšnej alebo rastlinnej biomasy ale aj ekologickým riešením zneškodňovania biologického odpadu z poľnohospodárskej, priemyselnej či potravinárskej sféry (Košík a Gaduš, 2007). V západnej Európe je už realitou niekoľko stoviek farmárskych bioplynových staníc, ktoré spracovávajú nielen tuhé a kašovité odpady zo živočíšnej výroby, ale v poslednej dobe stále viac aj poľnohospodárske odpady s prebytkom trávnych hmôt a ďalšie biologicky rozložiteľné materiály, ktoré by inak zaťažovali životné prostredie. Integráciou bioplynovej technológie, biologického poľnohospodárstva a energetických rastlín sa uvádza do života myšlienka biologizácie, t.j. využívania prírodných látok, metód a systémov pri pestovaní biomasy, pri výrobe surovín, potravín a energie. Proces anaeróbnej fermentácie biomasy má celý rad ekologických predností a je považovaný za jednu z technológií, ktoré prispievajú k trvalému rozvoju ľudskej spoločnosti na našej planéte (Váňa a Slejška, 1998; Košík, 2008; Vargová a kol., 2016b).

V dôsledku zníženia stavov hospodárskych zvierat v Slovenskej republike výrazne poklesla aj výroba organických hospodárskych hnojív. Aj preto vstupujú do popredia rôzne alternatívne formy využívania hospodárskych odpadov organického pôvodu, so zámerom riešiť deficit organickej hmoty v pôde a udržať tak pôdnu úrodnosť na požadovanej úrovni (Kováčiková a kol., 2010; Vargová a kol., 2016a; Pospíšil, 2016). Vo výžive rastlín sa preto hľadajú cesty ako ekonomicky a ekologicky zabezpečiť únosnú dávku živín rastlinám, tak aby sa vytvorili predpoklady pre požadovanú úrodu. Druh a výška vstupov do systému pôda – rastlina, má dopad buď okamžitý, odozvou je buď nárast biomasy rastlín, alebo je to formujúca sa pôdna úrodnosť, prejavujúca sa na rastlinách neskôr. Preto je pri obhospodarovaní na pôde nutné venovať pozornosť postupom, ktoré rešpektujú potrebu dosiahnuť výnos na strane jednej a na strane druhej súbor opatrení, ktorými udržujeme alebo posilňujeme pôdnu úrodnosť (Leština, 2011).

Jednou z takýchto možností, ktorá zároveň prispieva i k ochrane životného prostredia, je využitie **digestátu – biokalu**.

3. DIGESTÁT

3.1. Proces výroby digestátu

Jedným z najefektívnejších spôsobov zhodnotenia biologicky rozložiteľných odpadov je výroba bioplynu v bioplynovej stanici. Bioplynové stanice pracujú na princípe anaeróbného rozkladu substrátov (surovín) s vysokým obsahom organického uhlíka (Gallovič, 2015). Vhodným substrátom sú rôzne druhy odpadov s vysokým obsahom organických látok, napr. odpady z poľnohospodárskej výroby, potravinárskeho priemyslu, bioodpady, hospodárske hnojivá alebo aj cielene pestované plodiny (Uvírová, 2015).

Produktmi tohto anaeróbného rozkladu substrátu (fermentácia živočíšnych a rastlinných odpadov) sú potom bioplyn a zvyšok fermentačného procesu **digestát (biokal, vyhnitý substrát)**. V niektorých prípadoch je digestát ešte následne mechanicky separovaný. Vzniká tak pevná časť, tzv. **separát** a kvapalná časť, tzv. **fugát** (Petráková, 2012; Pančíková, 2016).

Podľa Galloviča (2015) je digestát alebo aj fermentačný zvyšok zahustený kvapalný zvyšok, ktorý sa niekedy nazýva aj vyhnitý kal, ale vzhľadom na možnosť pomýlenia s označením čistiarenskeho kalu ako „kal“ je vhodnejší názov digestát.

Podľa toho aký vstupný substrát použijeme sa digestáty rozdeľujú (Pospíšil, 2018):

- a) digestáty z BPS, kde vstupnými surovinami sú hospodárske hnojivá (maštalný hnoj, hnojovica) a materiály rastlinného charakteru (kukuričná siláž, trávna biomasa, zelená tráva, senáž). Do tejto kategórie sa nedávajú žiadne vedľajšie odpady ani živočíšne produkty.
Miešanie odpadov z rastlinnej a živočíšnej poľnohospodárskej výroby je veľmi vhodné, jedná sa o tzv. kofermentáciu. Je to bežná technológia zvyšujúca výťažnosť bioplynu (Mata-Alvarez a kol., 2014, Lijó a kol., 2015) a ku stabilizácii digestátu prispieva dodržovanie doby zdržania vstupných substrátov vo fermentore (Nkoa, 2014; Duffková, 2016).
- b) digestáty z BPS, kde vstupnou surovinou je odpad. Digestát okrem vstupných surovín charakteru hospodárskych hnojív a materiálov rastlinného charakteru obsahuje aj rôzne produkty rozkladu z bioodpadu (rôzne druhy kalov, organické odpady z poľnej výroby, záhradníctva, lesníctva, trus, moč a hnoj aj od iných kategórií prevažne malých hospodárskych zvierat).
- c) digestáty z BPS, kde jednou zo vstupných surovín sú vedľajšie produkty živočíšnej výroby (jatočné odpady, potraviny po dobe spotreby, mlieko, mledzivo, mäsokostné múčky).

Zvláštnu kategóriu tvoria BPS spracovávajúce odpad z čističiek odpadových vôd (ČOV), v ktorých vzniká stabilizovaný kal. V týchto BPS však nie je možné spracovať iný vstupný organický materiál a ich prevádzka podlieha špeciálnemu režimu.

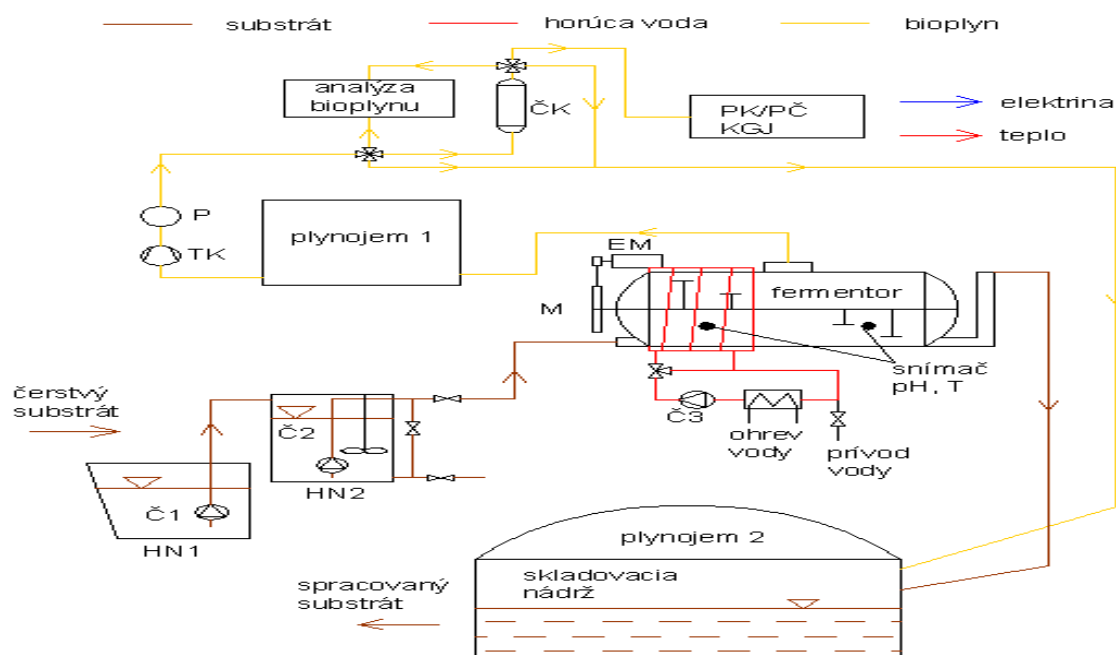
Pri procese digescie v bioplynovej stanici sa menia fyzikálne, senzorické, mikrobiologické a predovšetkým agrochemické vlastnosti vstupných surovín.

Zariadenia na výrobu bioplynu a následne aj digestátu:

Podľa Brauna (2002) možno zariadenia na výrobu bioplynu rozdeliť na základe obsahu suchej hmoty vo vstupnom substráte nasledovne:

- pre suchú fermentáciu – používajú sa pre substráty s koncentráciou od 25 do 35 % obsahu suchej hmoty. Pri suchom procese všetky fázy anaeróbného rozkladu prebiehajú v jednej nádrži. Nádrž sa po naplnení vzduchotesne uzavrie. Substrát sa vo fermentore zdrží 2 – 4 týždne. Substrát je vhodný najmä pre spracovanie tuhého organického odpadu a trávnej fytomasy.
- pre mokrú fermentáciu – používajú sa pre substráty s koncentráciou suchej hmoty maximálne do 15 %. Čistá hnojovica sa privádza a riedi v homogenizovanej nádrži HN1, táto postupuje do homogenizačnej nádrže HN2, kde sa pridáva organická hmota (kosubstrát fytomasy). Vstupný mixovaný substrát sa pridáva do fermentora, kde sa zdržiava 30 dní s trvaním etapy 40 dní. Tvoriaci bioplyn sa potom zhromažďuje v plynovom dome vo vrchnej časti fermentora a potom je vytlačovaný do flexibilného plynojemu 1. Po odbúraní sírovodíka v čistiacej kolóne sa prečerpáva do plynojemu 2. Prehnutý substrát kontinuálne postupuje do skladovacej nádrže (obr. 1).

Obr. 1 Funkčná schéma experimentálneho zariadenia na výrobu bioplynu (Koliňany)



Pri súčasnej úrovni technologických poznatkov celá rada autorov doporučuje výrobu bioplynu z biomasy tráv, energetických rastlín a organických odpadov. Pre bioplynové stanice je zvlášť vhodná fytomasa pri zberovej vlhkosti nad 45 % a s pomerom C : N v rozmedzí 20 – 30 : 1. Suchšia fytomasa so širším pomerom je vhodnejšia pre priame spaľovanie.

3.2. Digestát ako organicko-minerálne hnojivo

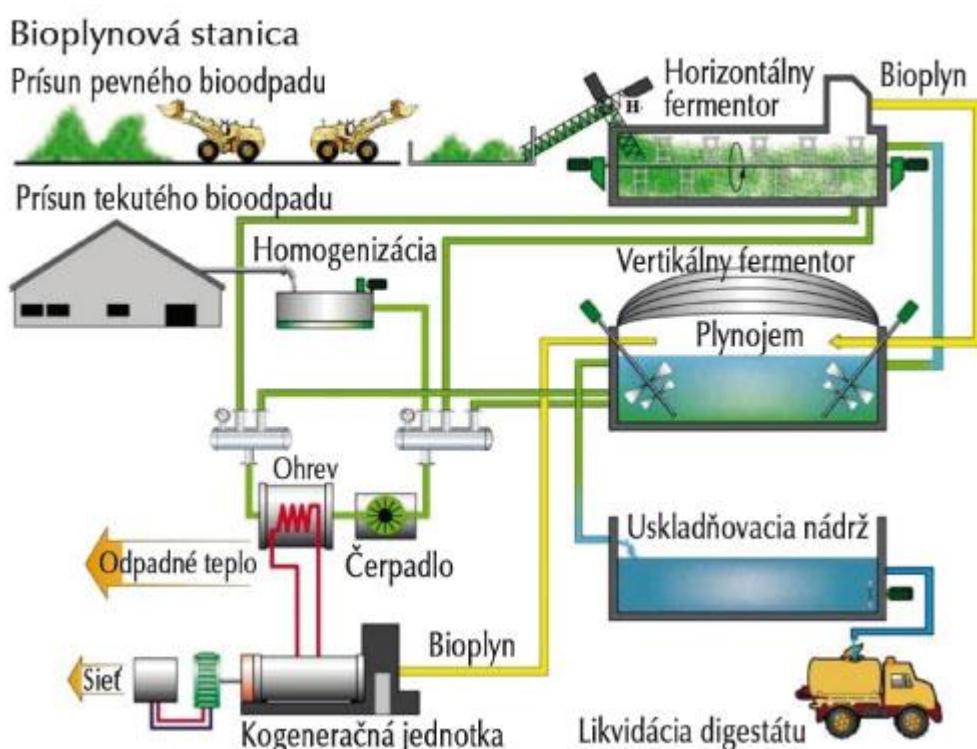
Podľa Pančíkovej (2016) sa všetky tri frakcie – digestát, fugát a aj separát spravidla využívajú ako organické hnojivo. Okrem toho je fugát (tekutý podiel) niekedy vrátený naspäť do technológie BPS. Separát (tuhý podiel) môže byť využitý aj ako surovina pri výrobe hnojív (komposty, sušené výrobky), alebo substrátov, alternatívnych palív alebo stelivo. Separácia digestátu na fugát a separát prináša niektoré výhody, nielen z hľadiska ekonomického, ale aj z hľadiska agrochemického. Ekonomický prínos separácie digestátu spočíva v rozšírení možností pri jeho ďalšej manipulácii, skladovania a aplikácii (Cigánek, 2011). Fugát je lepšie čerpatel'ný a separáciou sa zmenší objem tekutej frakcie, a tým aj požiadavka na skladovacie kapacity (minimalizujú sa požiadavky na homogenizáciu digestátu v skladovacích nádržiach). Pri separáte sa naopak vytvárajú možnosti jeho ďalšieho využitia (kompostovanie a pod.).

Ak má byť ale digestát označený za organické hnojivo, musí spĺňať základnú požiadavku, musí byť ľahko mikrobiálne rozložiteľný. To znamená, že musí byť schopný rýchlo uvoľniť potrebnú energiu pre pôdne mikroorganizmy, ktorá sa využije v procese humifikácie. Ďalšou mineralizáciou organickej hmoty dochádza k sprístupňovaniu minerálnych prvkov priamo využiteľných v produkčnom procese. Ak sa totiž organické látky oxidačne nerozkladajú, nemôžu uvoľňovať ani minerálne živiny. Keď sa ako vstupný substrát pri výrobe bioplynu používajú exkrementy hospodárskych zvierat, tak najlabilnejšie frakcie organickej hmoty krmív už využijú zvieratá pre svoj rast a produkciu. Menej labilné frakcie sa rozložia anaeróbnou digesciou pri výrobe bioplynu (Pospíšil, 2018). Do pôdy na hnojenie sú v digestáte k dispozícii už len stabilné, relatívne ťažko rozložiteľné frakcie organickej hmoty. Tento organický zvyšok po výrobe bioplynu je tým stabilnejší, čím dokonalejšie BPS pracuje. Digestát preto považujeme v súčasnosti za organominerálne hnojivo.

Podľa Smatanovej (2012) sa však digestáty vplyvom vysokého podielu rýchlo využiteľného amonného dusíka môžu stať výrazne úspornou alternatívou k minerálnemu hnojeniu. Aj autori Herrmann (2013); Svoboda a kol., (2013); Lijó a kol. (2015) konštatujú, že tým, že digestát obsahuje živiny ľahko využiteľné rastlinami, je v poľnohospodárskej výrobe považované za kvalitné organické hnojivo a aj za vhodnú a hlavne lacnejšiu formu minerálneho hnojiva. Kombinované hnojenie minerálnymi hnojivami a digestátom tiež zefektívňuje celkovú účinnosť hnojenia. Výsledky viacerých autorov prinášajú závery, že biokal ako odpad z modernej riadenej anaeróbnej digescie sa stáva skôr hnojivom minerálnym, ako organickým. Pri súčasných technológiách výroby bioplynu sa obsah využiteľných živín v digestáte skôr presúva do kvapalnej frakcie a ich obsah v pevnom podiele klesá.

3.3. Využitie a aplikácia digestátu

Pospíšil a Bitter (2001) uvádzajú, že hnojenie poľnohospodárskych plodín vyhnitým kalom je základným a v podstate najpoužívanejším spôsobom ich využitia. Spôsob využitia digestátu závisí na jeho kvalite a od podmienok stanovišťa, kde má byť použitý. Základným parametrom pre priame použitie na pôdu a na hnojenie plodín je dobrý obsah sušiny, ktorý by nemal byť nižší ako 10 percent. Redšie digestáty treba ďalej separovať, resp. použiť pri výrobe kompostov. Digestáty s nízkou sušinou sa neodporúča aplikovať na pôdu, lebo obsahujú len minimum živín a upchávajú pôdne kapiláry. Podporujú tým procesy zhutňovania pôd pri prejazdoch ťažkej techniky po parcelách najmä pri nevhodnej vlhkosti. Vznikajú tak len zbytočné náklady s prepravou a aplikáciou „tzv. znečistenej vody“.



Zdroj : <http://www.tzbportal.sk/kurenie-voda-plyn/ekonomicke-zhodnotenie-vystavby-bioplynovych-stanic.htm>

Digestát sa môže dávkovať na pozberové zvyšky predplodiny pred základným obrábaním pôdy (na strnisko) alebo špeciálnymi strojmi - hadicovými aplikátormi, aj do porastov niektorých poľných plodín. Dobré sa do pôdy zahŕňa tanierovými alebo radličkovými aplikátormi, keďže má nižšiu sušinu ako hnojovica a je tekutejšia. Pri aplikácii hadicovými aplikátormi počas vegetácie menej znečisťuje pestované plodiny a rýchlejšie vsakuje do pôdy (Pospíšil, 2015; Vargová a kol., 2015). Tým sa podstatne redukuje emisie, najmä dusíka. Najvhodnejšia je teda aplikácia do pôdy, buď na povrch s následným zapravením alebo pri jednej pracovnej operácii, s okamžitým zapravením do pôdy pred siatím. Digestát a fugát by mali byť zapracované do pôdy najneskôr do 24 hodín, separát do 48 hodín. Aplikácia musí byť rovnomerná po celom pozemku, je zakázané aplikovať na pôdu premočenú, zasneženú alebo premrznutú. Maximálna

aplikačná dávka digestátu či fugátu je 10 ton sušiny/ha v priebehu troch rokov a maximálna aplikačná dávka separátu je 20 ton sušiny/ha v priebehu troch rokov. Aplikácia digestátu alebo fugátu v krátkej dobe po zasiatí môže poškodiť vzchádzajúce rastliny.

Je vhodný na priame hnojenie plodín počas vegetácie (kukurica, repa, slnečnica, zemiaky) alebo aj pri výrobe kompostov. Vhodnou sa javí aj kombinácia digestátu a špeciálnych mikrobiálnych preparátov, ktoré okrem zlepšenia biologických vlastností pôd a obnovenia mikrobiálneho života v pôde, podporujú proces rozkladu organickej hmoty v pôde, čo v konečnom dôsledku má priaznivý vplyv na prijateľnosť živín z pôdy (Varga a Lošák, 2015). Z praktického hľadiska je možné vyhnúť substrát využiť aj pri závlaha poľných plodín, pri výrobe kompostov a melioračných hmôt. Pri každoročnom využívaní pri dostatočnej sušine je digestát v podstate adekvátnym hnojivom v porovnaní so štvorročným cyklom hnojenia maštaľným hnojom (Pospíšil, 2015).

Použitím digestátu – biokalu na hnojenie poľných plodín uzatvárame vlastne kolobeh živín v poľnohospodárskom podniku pri znížených dávkach minerálnych hnojív (Uvírová, 2015).



Hadicový aplikátor pri aplikácii digestátu



Aplikátor s nízko položenými dýzami na povrch

3.4. Obsah živín v digestáte

Digestát z každej BPS je jedinečný a svojimi vlastnosťami neopakovateľný. Jeho zloženie je primárne závislé na vstupnom materiáli, čiže množstvom a chemickým zložením vstupných surovín (Varga a Lošák, 2015). Možno konštatovať, že je to tmavá, amorfná, heterogénna zmes suspendovaných a koloidných častíc, s priaznivým obsahom organických a anorganických látok. Podľa Pospíšila a Mana (2007) je to nepáchnuca, z hygienického hľadiska neškodná a neplastická zmes. Hodnota pH predstavuje 7,63 – 8,5 t.j. neokysľuje pôdu, čím následne podporuje aj lepšie využitie fosforu v pôde. Alkalita je spôsobená vysokým podielom čpavkového dusíka, preto sú digestáty prednostne vhodné na kyslé (až neutrálne) pôdy.

Digestát je predovšetkým pohotovostným zdrojom dusíka, ktorý je fyziologicky využiteľnejší ako z minerálnych hnojív. Pomer C : N v digestátoch je nižší ako 10/1, čo ho zaraďuje medzi hnojivá s rýchlo uvoľňovaným dusíkom. Varga a Lošák (2015) uvádzajú, že dusík sa v digestáte nachádza v organickej aj minerálnej forme. Vo forme amónnej (okamžite prijateľnej rastlinami alebo viazanej v pôde alebo podliehajúcej nitrifikácii) od 40 po 65 % a z 35 až 60 % vo forme organickej, z ktorej je dusík prijateľný až po jeho mineralizácii. Pričom z doterajších poznatkov vyplýva, že pri digescii sa zvyšuje podiel agrochemicky cenného a rastlinami okamžite využiteľného amónneho dusíka (N-NH_4^+) z celkového dusíka. Dusík nitrátový (liadkový, dusičnanový) sa v digestáte vyskytuje minoritne, v stopách. Ostatné živiny sú spravidla zastúpené v prístupnej forme pre rastliny (tab. 2).



Detailný pohľad na porast po aplikácii digestátu

V prípade separácie digestátu vzniká separát, ktorý je, podobne ako tuhé organické hnojivá, hnojivom s pomalšie uvoľňovaným dusíkom (C : N vyšší ako 10), čo vytvára nutnosť zapracovania do pôdy. Druhým produktom separácie je fugát, ktorý sa

naopak zaraduje medzi hnojivá s rýchlo uvoľňovaným dusíkom (tab. 1). Cigánek (2011) uvádza, že separácia digestátu umožňuje udržať vo fugáte vyšší podiel amoniakálneho, rastlinami lepšie využiteľnej formy dusíka v rámci jeho celkového obsahu a pomaly uvoľniteľný organický dusík v pevnej frakcii. Dusík obsiahnutý v separáte je obtiažne a pomaly mineralizovateľný, a pokiaľ dôjde k mineralizácii, je spravidla vyplavený. Naopak v kvapalnom podiele digestátu je dusík prevažne v minerálnej, pre rastliny v prístupnej forme. Jeho obsah môže dosahovať až 10 % sušiny fugátu.

Tabuľka 1 Rozdiely vo vlastnostiach fugátu, separátu a sušeného separátu po separácii digestátu z kukurice (Lošák, Dostál, Hlušek, 2017)

Fáza separácie	Sušina	Organické látky	N-celkový	N-NH ₄ ⁺	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	pH
	v %							
Digestát	6,64	5,19	0,43	0,22	0,15	0,41	0,08	8,41
Fugát*	5,59	4,15	0,48	0,27	0,15	0,36	0,075	8,51
Separát	22,60	19,07	0,68	0,26	0,46	0,45	0,25	8,80
Sušený separát	92,39	78,42	1,86	0,10	1,68	1,89	0,91	9,71

*Poznámka : fugát s prímiesou digestátu, N-NH₄⁺ – amónny dusík, P₂O₅ – oxid fosforečný, K₂O – oxid draselný, MgO – oxid horečnatý

Z hľadiska obsahu živín sa v separáte koncentruje predovšetkým výrazne viac organickej hmoty, fosforu, horčíka a draslíka (tab. 3 a 4). Vo fugáte je naopak vyššia koncentrácia anorganického dusíka a draslíka (Balsari a kol., 2010). Z hľadiska obsahu sodíka (Na) v digestátoch sa jeho množstvo výrazne neodlišuje od zastúpenia napr. v hnojovici (0,02 – 0,07 % Na v č.h.). Digestátmi sa do pôdy dostávajú všetky makro aj mikroživiny, pričom dominuje dusík a draslík (Lošák, Dostál, 2018).

Tabuľka 2 Vlastnosti digestátu (Pančíková, 2016)

Fáza separácie	N*	P ₂ O ₅	K ₂ O	Sušina	pH	C: N
	v %					
Základný digestát	0,4-0,7	0,15-0,25	0,3-0,5	6-9	7-9	<10 priemerne 5-6
Fugát	0,1-0,3	0,05-0,10	0,1-0,2	do 3%	7-9	<10 priemerne 5-6
Separát	0,6-1,0	0,3-0,5	0,4-0,7	20-30	7-9	≥10 priemerne 14-17

*Poznámka : N – dusík, P₂O₅ – oxid fosforečný, K₂O – oxid draselný

Tabuľka 3 Obsah prvkov v digestáte v porovnaní s inými prírodnými hnojivami (Gallovič, 2015)

Hnojivo	Sušina (%)	Celkový N	N-NH ₄ ⁺	Celkový P	P ₂ O ₅
Digestát	5	2,7	1,6	0,7	1,6
Kompost z BRO*	60	6,6	0,3	1,7	3,9
Hnojovica	25	11	5,1	3,6	8,2
Hnoj z dobytky	10	3,8	1,7	1,0	2,3

*Poznámka : BRO = biologicky rozložiteľný odpad, MH = mokrá hmota, N-NH₄⁺ – amónny dusík, P₂O₅ – oxid fosforečný

Tabuľka 4 Zloženie digestátu (% v čerstvej hmote) (Dostál a kol., 2016)

Koferment	Sušina	Organické látky	N-tot.	N-NH ₄ ⁺	P	K	Mg	pH
Krmoviny a hnojovica HD	6,97	5,28	0,45	0,22	0,063	0,34	0,049	8,41
Krmoviny a hnojovica prasiat	5,71	4,32	0,41	0,23	0,060	0,32	0,039	8,50

*Poznámka : N-NH₄⁺ – amónny dusík, P – fosfor, K – draslík, Mg – horčík

Aplikácia organických ale aj maštalných hnojív je možná iba v prípade, že nepresahujú koncentrácie rizikových prvkov, ktoré sú v jednotlivých krajinách upravené vyhláškami. V digestáte sa ale môžu nachádzať toxické látky, hlavne ťažké kovy. Tieto sa tam dostávajú z odpadov. Z odpadov z poľnohospodárskeho chovu zvierat sa do digestátu dostávajú hlavne meď a zinok. Podľa Galloviča (2015) je preto vhodné digestát upraviť. Napríklad je vhodné miešanie s inými (rastlinnými) odpadmi a následné aeróbne spracovanie (kompostovanie). V procese kompostovania sa upravujú vlastnosti a zmiešaním s rastlinným odpadom sa zníži koncentrácia ťažkých kovov vo výslednom komposte (tab.5).

Tabuľka 5 Porovnanie obsahu ťažkých kovov v digestáte a v komposte (Gallovič, 2015)

Hnojivo	Sušina (%)	Koncentrácia (mg.kg ⁻¹ sušiny)						
		Olovo	Kadmium	Chróm	Meď	Nikel	Ortuť	Zinok
Digestát	5	18	0,77	9	196	13	0,29	512
Kompost	60	74	0,65	22	60	13	0,18	275

*Poznámka : Požiadavky na zloženie a kvalitu kompostu sú upravené vyhláškou MP SR č. 577/2005 Z. z. a technickou normou STN 46 5735 priemyselné komposty

V praxi však nie sú s rizikovými prvkami v digestáte problémy, resp. rizikové prvky sú pod hranicou maximálneho limitu (tab. 6). A to aj v prípade, že do BPS je použitá hnojovica od ošísaných, ktorá obsahuje vyššie množstvo zinku (od odstávčiat z dôvodu medicíny krmiva), pretože po pridaní kofermentu (siláž, senáž) obsah Zn vo finálnom digestáte zostal (vplyvom zriedovacieho efektu) pod prístupným limitom. Navyše zinok je pri repke a kukurici veľmi oceňovaným stopovým prvkom. Pospíšil (2016) taktiež uvádza, že z hľadiska obsahu cudzorodých látok a ťažkých kovov v biokale, v pôde ale aj v pestovaných plodinách neboli zaznamenané nadlimitné množstvá žiadneho prvku (meď, železo, zinok, mangán, chróm, kadmium, olovo, kobalt a nikel). Je však dôležité, aby sa do bioplynového reaktora nedostávali odpady, ktoré by uvedené rizikové prvky obsahovali.

Tabuľka 6 Porovnanie obsahov rizikových prvkov v digestátoch (mg.kg^{-1} sušiny) podľa Dostál a kol. (2016)

Koferment	Meď	Zinok	Kadmium	Olovo	Chróm	Nikel	Ortuť	Arzén
Hnojovica HD	81	366	0,51	1,9	3,9	5,1	0,021	2,61
Krmoviny	54	248	0,30	2,3	3,6	5,4	0,027	2,44
Krmoviny +hnojovica HD	79	306	0,27	2,2	4,6	5,8	0,025	2,32
Krmoviny +hnojovica ošísaných	175	521	0,37	2,7	4,7	6,3	0,041	2,32
Vyhláška*	200	400	2	100	100	50	1,0	10

*Poznámka: Povolené maximálne limity podľa Vyhlášky MP SR č. 577/2005 Z. z., ktorou sa ustanovujú typy hnojív, zloženie, balenie a označovanie hnojív, analytické metódy skúšania hnojív, rizikové prvky, ich limitné hodnoty pre jednotlivé skupiny hnojív, prípustné odchýlky a limitné hodnoty pre hospodárske hnojivá

Pri odsírení bioplynu sa do vyhnutého kalu dostáva aj elementárna síra, ktorá sa dobre využije napríklad pri pestovaní olejní. Obsah síry sa v digestátoch pohybuje v stotinách percenta, pôvodne 0,015 - 0,03 % v č. h., po odsírení bioplynu a prívodu síry do digestátu 0,02 - 0,06 % v č. h.

Zdržaním organickej hmoty v reaktore (zvýšenou teplotou v procese metanogenézy) a zvýšením pH sa potláča klíčivosť semien a plodov burín. Možno tak jednoducho konštatovať, že použitím digestátu sa redukuje aj požiadavky na pesticídy (Pospíšil, 2015, Lošák, Dostál, 2018). Na základe výsledkov výskumu na variantoch po aplikácii biokalu bola zaznamenaná znížená aktuálna zaburinenosť pestovaných plodín počas vegetácie. Napr. pokiaľ bol v jednom litri vstupnej hnojovice zistený počet 93 až 1 253 ks semien burín, ich počet a druhové spektrum po fermentačnom procese výrazne poklesli. Proces fermentácie sa tak javí významným činiteľom potlačujúcim nárast potenciálnej zaburinenosti vplyvom aplikácie biokalu na pôdu. Nesporným

prínosom pri dávkovaní kalu je aj obmedzenie zápachu v porovnaní so surovou (klasickou) hnojovicou (Pospíšil a kol., 2002).

3.5. Špecificky pozitívne vlastnosti digestátu a jeho zložiek na pôdu, vodu a produkciu

O trvalej udržateľnosti používania digestátu na zložky životného prostredia rozhoduje primeranosť dávkovania, kvalita kalu a stanovištné podmienky. Z hľadiska jeho vplyvu na pôdu má rozhodujúci vplyv kvalita digestátu (najmä obsah sušiny), veľkosť použitej dávky a doba aplikácie.

Možno konštatovať, že po aplikácii digestátu zaznamenávame zlepšenie hydrofyzikálnych vlastností pôdy. Aplikácia biokalu má pozitívny vplyv na zvyšovanie podielu agronomicky cenných agregátov (0,2 – 10 milimetrov), na objemovú hmotnosť pôdy, jej vlhkosťný režim (zadržiavanie vody vo vrchnom profile ornice) a infiltračnú schopnosť pôdy (tvorba štruktúrnych agregátov). Podobne Garg a kol. (2005) a Erhart a kol. (2014) uvádzajú, že predovšetkým aplikácia separátu znižuje objemovú hmotnosť, zvyšuje sa nasýtená hydraulická vodivosť, vodná retenčná kapacita pôd a agregátová stabilita. Ďalej sa upravuje súdržnosť a vododržnosť pôdy v zóne koreňového systému, vodostálosť pôdných agregátov a obsah organickej hmoty v pôde. Zadržiavanie vody vo vrchnom profile ornice a podporu infiltračnej schopnosti pôdy tvorbou štruktúrnych agregátov ocení poľnohospodárska prax v suchších ale i vlhkých rokoch. Možno konštatovať, že pri hodnotení vlhkosti pôdy, hnojenie digestátom malo výraznejší vplyv na vlhkosť už v druhom roku po jeho aplikácii, kde biokal zvýšil vlhkosť pôdy a tým aj zásobu pôdnej vody v koreňovej hĺbke pôdneho profilu (Hanáčková, 2007, Pospíšil, 2018).

Správna aplikácia digestátu rešpektujúca dávkovanie podľa potrieb plodín nemá negatívny vplyv ani na chemické vlastnosti pôdy (Duffková, 2016). Biokal má špecifické pozitívne vlastnosti na pôdnu reakciu. Potvrdil sa jeho alkalizujúci účinok ($\text{pH} = 7,5$) na hodnotu pôdnej reakcie. Tým, že neutralizuje pôdu, tak následne podporuje aj lepšie využitie fosforu. Kladná bilancia fosforu a draslíka, vykazovaná počas šiestich rokov v poľnom poloprevádzkovom pokuse sa prejavila zvýšením obsahu prístupného fosforu a draslíka v pôde (Hanáčková, 2007).

Galvez a kol. (2010) uvádzajú, že digestát poskytuje okrem významného množstva dusíka pre výživu rastlín taktiež zdroj uhlíka využiteľného pôdnymi mikroorganizmami pre ich rast a vývoj. K rovnakým záverom dospeli aj Lošák a kol. (2017). Aplikáciou digestátu sa v pôde zvýšilo množstvo uhlíka využiteľného pôdnymi mikroorganizmami, čo sa prejavilo v náraste celkového množstva mikroorganizmov v pôde. Pri hnojení digestátom mikroorganizmy rýchlejšie rozkladajú organické pozberové zvyšky najmä v povrchovej vrstve pôdy. Pôdna mikrobiálna aktivita, diverzita a obsah organickej hmoty sa po aplikácii digestátu zvyšuje v porovnaní s minerálnymi hnojivami (Duffková, 2016 cituje Alburquerque a kol., 2012; Bachman a kol., 2014, Makádi a kol., 2016). V porovnaní s hnojovicou alebo hnojom je však aktivita mikroorganizmov nižšia. Mnohí autori uvádzajú, že organická hmota digestátu je v pôde síce ďalej mineralizovaná (rozložiteľná), ale v ďaleko menšom rozsahu (cca 2,5 až 3 krát menej ako hnoj alebo hnojovica). Aplikáciou digestátu sa síce do pôdy

dostáva dostatok organických látok (fugát a digestát 3 - 6 %, separát až 19 %), tj. rovnaké množstvo s hnojovicou či hnojom, ale väčšina týchto látok je stabilizovaná a horšie rozložiteľná (mineralizovaná) a neposkytuje mikroorganizmom dostatok ľahko dostupného uhlíka ako zdroj energie (Duffková a kol., 2016).

Z hľadiska ochrany povrchových a podzemných vôd je hnojenie digestátom bezpečnejšie, lebo dusík v ňom obsiahnutý je menej pohyblivý než v minerálnych hnojivách. Ku kontaminácii môže dochádzať iba zmyvom pri nevhodnej aplikácii. Pri správnej aplikácii je riziko kontaminácie znížené. Existuje zvýšené riziko vyplavenia dusičnanového N ($\text{N} - \text{NO}_3^-$) a P do vody po aplikácii digestátu/fugátu, ktoré vyplýva z vysokého podielu prístupných živín tohto hnojiva (N-NH_4^+), resp. z mineralizácie organickej hmoty v dobe nízkeho čerpania živín porastom. Vyplavenie dusičnanového N je skôr viazané na prevzdušnenú, ľahkú (piesočnatú, hlinitopiesočnatú), kamenistú a odvodnenú ornú pôdu. O dynamike vyplavenia N rozhodujú hlavne poveternostné vplyvy, uvoľňovanie minerálneho dusíka z organickej hmoty, príjem živín plodinou v priebehu vegetačnej sezóny a chemické zloženie digestátu.



Trávny porast po aplikácii digestátu

Pri aplikácii digestátu a jeho separovaných zložiek môžu nastať vysoké straty amoniaku (NH_3) uvoľňovaním do atmosféry. Je to spôsobené vysokým pH a obsahom N-NH_4^+ , v digestáte, ktoré uvoľňovanie NH_3 podporuje (Wolf a kol., 2014). Pri nižšom obsahu suchej hmoty a nižšej viskozite digestátu je podporená infiltrácia do pôdy a znížené uvoľňovanie do atmosféry (Sommer a Hutchings, 2001).

Aplikácia biokalu znížila penetračný odpor hlavne v hlbších vrstvách ornice (pod 10 cm) a v koreňovej zóne plytkoreníacich plodín, čo sa pozitívne prejavilo na úrodách hlavne v suchých ročníkoch. Pospíšil (2018) uvádza, že na základe doterajších výsledkov exaktného sledovania vplyvu použitia vyhnitého biokalu na výšku a kvalitu produkcie pestovaných plodín, je hnojivý účinok biokalu všeobecne veľmi dobrý. Boli zistené

niektoré pozitívne vplyvy na parametre technologickej kvality. Zaujímavým faktom je aj vplyv aplikácie biokalu na predlžovanie vegetácie asi o sedem dní a rast kvalitatívnych parametrov (napr. pri kukurici na siláž), čo umožňuje regulovať postupný zber porastov. Hnojivé účinky digestátu a fugátu sú vďaka vysokému obsahu N-NH_4^+ v porovnaní s minerálnymi hnojivami mierne nižšie až porovnateľné (Duffková a kol., 2016 cituje Nkoa, 2014, Weiland, 2010). Napr. vyššiu produkciu ozimnej pšenice po aplikácii digestátu v porovnaní s minerálnym NPK hnojivom zistil Šimon a kol. (2015). Vyššie výnosy u trvalých trávnych porastov, ktoré boli hnojené fugátom ako po aplikácii liadku amonného, uvádza taktiež Walsh a kol. (2012). Je to aj kvôli tomu, že fugát obsahuje aj ďalšie živiny (hlavne fosfor a draslík) a úroda po jeho aplikácii je porovnateľná s minerálnym NPK. Tilvikiene a kol. (2010) sledovali vo svojej práci vplyv digestátu nielen z hľadiska jeho vplyvu na kvantitu a kvalitu fytomasy, ale aj z hľadiska následného využitia vyprodukovanej biomasy ako vstupnej suroviny do bioplynových staníc.

4. LEGISLATÍVNE OPATRENIA PRI APLIKÁCII DIGESTÁTU DO PÔDY

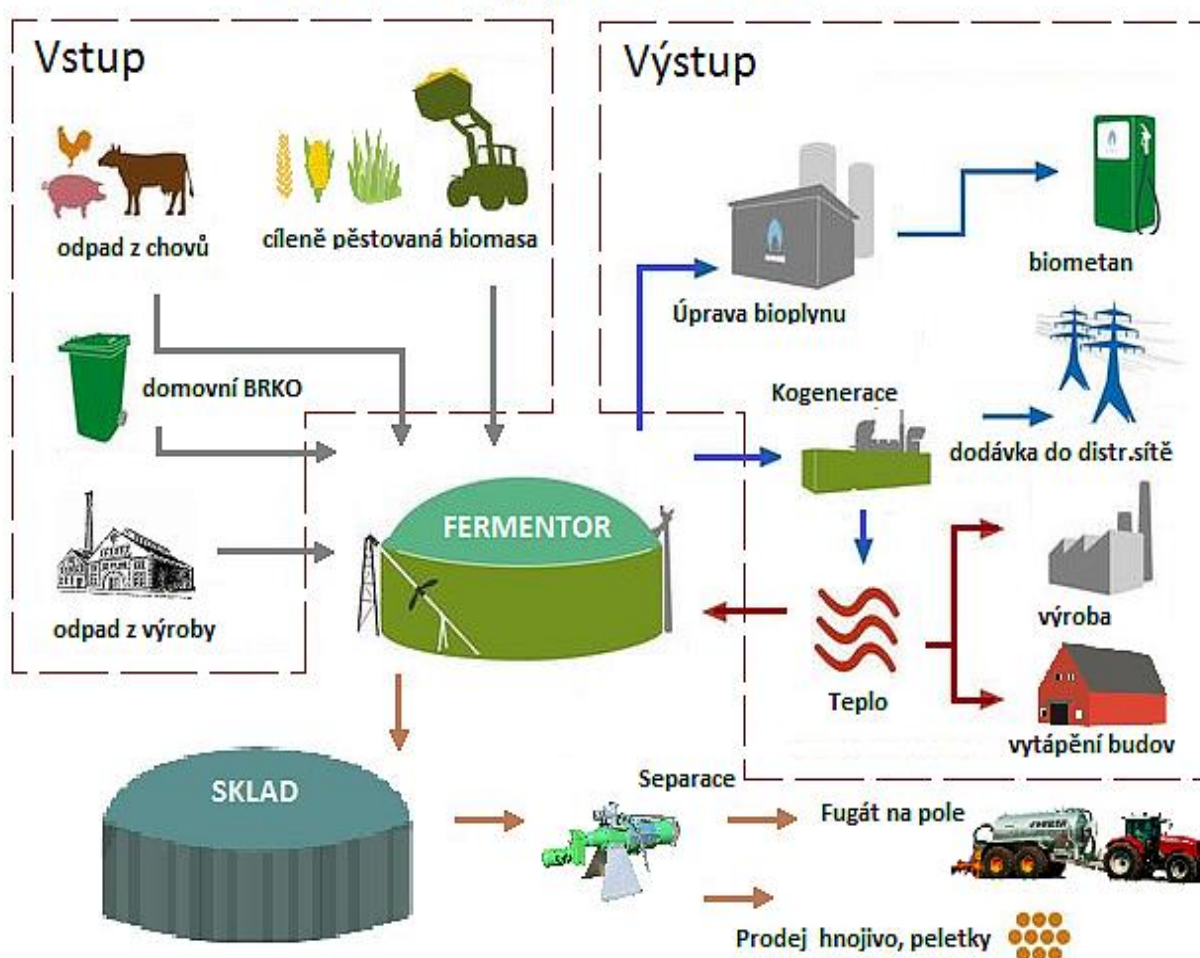
Aj keď legislatíva zatiaľ priamo neupravuje podmienky v prípade využitia digestátu ako organického hnojiva na poľnohospodársku pôdu, sú podmienky použitia upravené nasledovnou legislatívou. Do obehu je možné uvádzať digestát iba vtedy, ak je zaradený medzi hnojivá a bol na základe výsledkov overenia jeho účinnosti, kvality, zdravotnej neškodnosti a bezpečnosti a po posúdení zhody certifikovaný a zapísaný do registra certifikovaných hnojív.

- Digestát z legislatívneho hľadiska je v SR definovaný ako sekundárny zdroj živín a v Českej republike ako (typové) organické hnojivo, ktoré sa svojimi vlastnosťami blíži k minerálnym hnojivám.
- Zákon o hnojivách č. 136/2000 Z. z. Zákon o hnojivách (v znení neskorších noviel č. 555/2004 Z. z., 202/2008 Z. z., 203/2009 Z. z., 111/2010 Z. z., 394/2015 Z. z., 277/2017 Z. z., 177/2018 Z. z., 194/2018 Z. z.).
- Vyhláška MP SR č. 577/2005 Z. z., ktorou sa ustanovujú typy hnojív, zloženie, balenie a označovanie hnojív, analytické metódy skúšania hnojív, rizikové prvky, ich limitné hodnoty pre jednotlivé skupiny hnojív, prípustné odchýlky a limitné hodnoty pre hospodárske hnojivá.
- Vyhláška MP SR 199/2008 Z. z., ktorou sa ustanovuje Program poľnohospodárskych činností vo vyhlásených zraniteľných oblastiach MP SR podľa § 81 ods. 4 zákona č. 364/2004 Z. z. o vodách a o zmene zákona Slovenskej národnej rady č. 372/1990 Zb. o priestupkoch v znení neskorších predpisov (vodný zákon) v znení neskorších predpisov ustanovuje: v § 3 (1) že hnojivom s obsahom dusíka sa na účely tejto vyhlášky považuje každá látka obsahujúca organicky viazaný dusík alebo anorganicky viazaný dusík v kvapalnej forme alebo tuhej forme, ktorá sa používa na hnojenie pôdy a rastlín s cieľom zvýšiť úrodu pestovaných plodín.
- Výnimka obmedzení aplikácie digestátu v zraniteľných oblastiach : Podľa zákona č. 136/2000 Z. z. o hnojivách je dovolená aplikácia sekundárneho zdroja živín –

digestátu, separátu, fugátu – na pôdu v zraniteľných oblastiach v maximálnej jednorazovej dávke 80 kg celkového dusíka na hektár, pričom maximálna dávka dusíka za kalendárny rok je 170 kg/ha.

- Pre digestáty z anaeróbnej digestie vedľajších živočíšnych produktov je rozhodujúca legislatíva Európskej Únie označovaná ako legislatíva ABP (Animal by product), nariadenia Európskeho parlamentu a rady č. 1774/2002, ktorým sa stanovujú hygienické pravidlá týkajúce sa vedľajších živočíšnych produktov, ktoré nie sú určené pre ľudskú spotrebu, vrátane vydaných ďalších nariadení Komisie (č.808/2003; č. 92/2005; č. 181/2006; č. 208/2006).

Schéma bioplynové stanice



Zdroj: <https://www.gascontrol.eu/environmental-technology/biogas-stations/>

5. VLASTNÁ METODIKA RIEŠENIA PROBLEMATIKY

Výsledky pre postupy aplikácie s digestátom, boli získané z pokusov realizovaných v rokoch 2013 až 2015 v prevádzkových podmienkach poľnohospodárskeho podniku AGROSEV Detva na stanovišti Zvolenská Slatina.

Zároveň sme získali výsledky o účinkoch digestátu nielen z hľadiska jeho vplyvu na pôdne vlastnosti, ale aj na kvalitu a kvantitu pôvodného trávneho porastu a deviatich typov miešaniek. Následne sme získali výsledky z hľadiska ďalšieho využitia miešaniek, ich vyprodukovanej biomasy ako vstupnej suroviny pre potreby, nielen pasienkového a lúčneho využitia ale aj pre potreby bioplynových staníc.

5.1. Charakteristika experimentálneho územia

5.1.1. Orografické pomery

Zvolenská Slatina sa nachádza vo Zvolenskej kotline v doline Slatinského potoka. Pokusné stanovište bolo za obcou, v blízkosti potoka v nadmorskej výške 340 m n. m. a s GPS súradnicami 48°33'35.18'' (severná šírka) a 19°16'27.84'' (východná dĺžka).

5.1.2. Pedologická charakteristika územia

Edafické pomery experimentálneho územia sú fluvizeme glejové, z nekarbonátových aluviálnych sedimentov, prevažne slabo kyslé, zrnitostne stredne ťažké. Hladina podzemnej vody, ktorá ovplyvňuje pôdotvorné procesy, kolíše v závislosti od stavu vody v toku. V jarom 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 2013 (odobraté 2 vzorky na analýzy), pri založení pokusu bola pôdna reakcia pôvodného stanovišta kyslá (pH v intervale 4,76 – 5,70). Obsah celkového dusíka sa pohyboval na úrovni 3,46 g.kg⁻¹ až 5,08 g.kg⁻¹. Zásoba fosforu v pôde bola v rozpätí 10,54 - 16,35 mg.kg⁻¹ a draslíka 86,74 – 114,35 mg.kg⁻¹ (tab. 7).

Tabuľka 7 Agrochemické vlastnosti pôdy pôvodného stanovišta (0 - 150 mm), rok 2013

Variant	pH/KCl*	Prístupné živiny					Pomer C :N
		C _{ox}	N _t	P	K	Mg	
		g.kg ⁻¹		mg.kg ⁻¹			
1.	4,76	36,23	5,08	10,54	114,35	607,66	7,13
2.	5,70	27,40	3,46	16,35	86,74	517,93	7,91

*Poznámka : pH(KCl) – výmenná pôdna reakcia, C_{ox} – oxidovateľný uhlík, N_t – koncentrácia dusíka, P – koncentrácia fosforu, K – koncentrácia draslíka, Mg – koncentrácia horčíka

5.1.3. Hydrologické pomery

Lokalita patrí do povodia rieky Hron. Obcou preteká Slatinský potok, ktorý je pravostranným prítokom rieky Slatina, s dĺžkou 5,4 km. Potok vzniká bifurkáciou rieky Hučava vo Zvolenskej kotline (v podcelku Slatinská kotlina) a za obcou Očová sa zľava (v nadmorskej výške okolo 381 m) oddeľuje od koryta Hučavy a tečie najprv na juhovýchod a následne sa stáča na juh. Preteká obcou Zvolenská Slatina a na jej okraji sa v nadmorskej výške približne 330 m vlieva do Slatiny. Odtokové pomery sú priaznivé. To je spôsobené zrnitosným zložením pôdneho profilu, ktorý umožňuje rýchle odtekanie prebytočnej vody. Preto je akumulácia vody v pôde nízka a rozhodujúcim faktorom produkcie nadzemnej hmoty sú atmosférické zrážky.

5.1.5. Agroklimatická charakteristika územia

Územie je zaradené do agroklimatického okrsku T7 – teplý, mierne vlhký, s chladnou zimou, s teplotou v januári $\leq -3^{\circ}\text{C}$. Priemer zrážok za vegetáciu je 400 mm a za rok 678 mm. Priemerná denná teplota vzduchu za rok je $9,3^{\circ}\text{C}$ a počas vegetačného obdobia $15,6^{\circ}\text{C}$. Charakteristika poveternostných podmienok je uvedená v tabuľke 8 a 9. Rok 2013 bol zrážkovo nadpriemerný (788 mm), ale teplotne výrazne nižší ako nasledujúci rok ($8,86^{\circ}\text{C}$). Počas vegetačného obdobia spadlo 423 mm zrážok. Walterov klimatogram v roku 2013 (obr. 2) poukazuje na pomerne výrazný vrchol, v ktorom dominovali zrážky (máj) a na dve suché obdobia (apríl a august). Mesačné teploty vzduchu v priebehu vegetačného obdobia boli na úrovni $15,53^{\circ}\text{C}$. V 2014 bola zaznamenaná nižšia priemerná teplota za vegetačné obdobie ($14,96^{\circ}\text{C}$) a vyššie zrážky (467 mm), ale v priebehu roka však bola tendencia opačná (tab. 8). Z Walterovho klimatogramu vyplývajú dve obdobia s nadbytkom zrážok, v mesiaci máj (71 mm) a veľmi výrazne zrážkovo nadpriemerné obdobie v mesiacoch júl až september. Krivka úhrnu zrážok klesla pod krivku priemerných denných teplôt len na začiatku vegetačného obdobia (apríl). V tomto roku sa nedosahovali záporné hodnoty priemernej mesačnej teploty vzduchu v zimnom období. V roku 2015 stúpila priemerná mesačná teplota o $1,26^{\circ}\text{C}$ na $16,22^{\circ}\text{C}$ a klesol mesačný úhrn zrážok za vegetáciu na 311 mm. V júli a auguste bola najvyššia priemerná teplota vzduchu $20,9^{\circ}\text{C}$. Najnižší úhrn zrážok sa zaznamenal v mesiaci jún – len 7 mm. Naopak mesiac máj bol zrážkovo nadpriemerný (135 mm). Extrémne nízke úhrny boli aj v apríli 14 mm, pričom v letnom období boli úhrny len na úrovni od 46 – 51 mm. Tieto suché obdobia spolu so stúpajúcimi teplotami evidujeme vo Walterovom klimatograme (obr. 2).

Tabuľka 8 Priemerné mesačné teploty vzduchu (°C)

Rok	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	IV. -IX.	I. - XII.
2013	-2,9	-1,2	1,7	10,0	14,0	17,5	19,4	20,0	12,3	9,9	5,4	0,3	15,53	8,86
2014	1,6	3,4	6,5	9,7	13,2	17,0	18,9	16,6	14,4	10,2	6,6	1,8	14,96	9,99
2015	0,6	-1,4	4,7	8,5	13,9	18,0	20,9	20,9	15,1	8,5	5,0	1,6	16,22	9,69

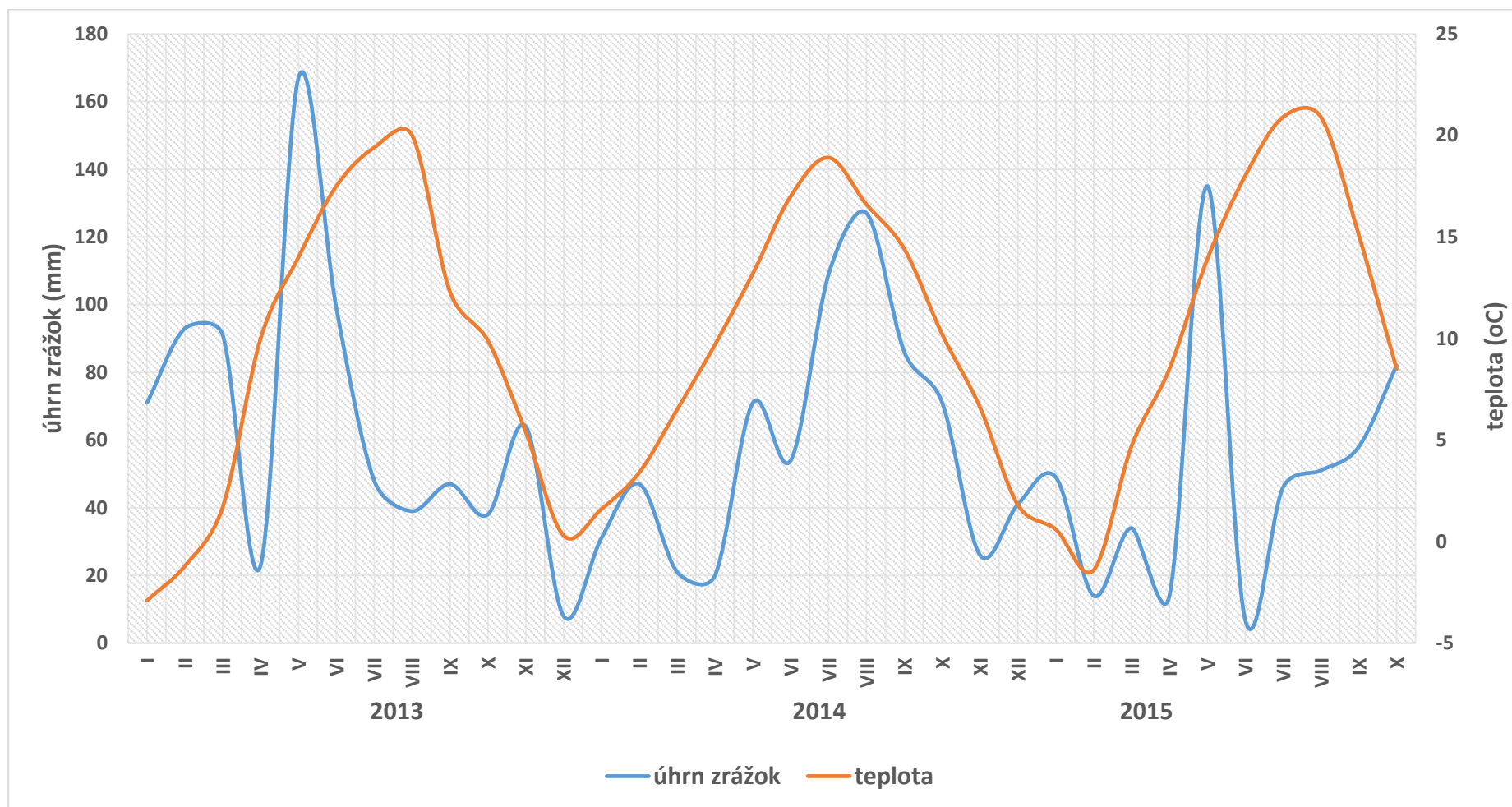


Zvolenská Slatina – experimentálna plocha

Tabuľka 9 Mesačné úhrny zrážok (mm)

Rok	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	IV. -IX.	I. - XII.
2013	71	93	91	23	167	99	48	39	47	38	64	8	423	788
2014	31	47	21	20	71	54	109	127	86	71	26	41	467	704
2015	49	14	34	14	135	7	46	51	58	82	46	8	311	544

Obrázok 2 Walterov klimatogram za roky 2013 - 2015



5.2 Založenie experimentu a spôsob riešenia problematiky

Experiment pozostával z desiatich variantov, na trvalom trávnom poraste. Veľkosť celej pokusnej plochy bola 10 ha a veľkosť jedného pokusného variantu predstavoval výmeru 1 ha. Pokus bol založený metódou dlhých pásov, každý spôsob výživy bol v 4 opakovaníach.

1/3 z celkovej výmery predstavovali nehnojené varianty, 1/3 varianty hnojené dávkou 45 kg N. ha⁻¹ č.ž. a 1/3 výmery zahŕňali varianty hnojené dávkou 90 kg N.ha⁻¹ č.ž. Digestát, ktorý sa použil na hnojenie TTP sa odoberal z bioplynovej stanice, vybudovanej poľnohospodárskym podnikom AGROSEV Detva.

V prvom roku pokusu bola aplikácia digestátu (druhotného produktu) po odburiňovacej kosbe v množstve 45 kg N. ha⁻¹ č.ž. Druhá aplikácia vyhnitého produktu bola v dávke 45 kg N. ha⁻¹ č.ž. V ďalšom roku využívania bol vyhnitý substrát použitý po každej kosbe. Vyhnitý substrát sa aplikoval po povrchu trávneho porastu hadicovým aplikátorom (objem 15 000 l) v dvoch dávkach 45 kg N.ha⁻¹ č.ž. a 90 kg N.ha⁻¹ č.ž. V 10 000 litroch druhotného produktu je 30 kg dusíka, 6 kg fosforu a 24 kg draslíka.

Po založení pokusu, v priebehu vegetačného obdobia bola prvá kosba (odburiňovacia) v mesiaci jún. Prvá produkčná kosba sa zrealizovala v mesiaci september. V každom ďalšom roku využívania už boli tri kosby na všetkých typoch porastov. Termíny jednotlivých kosieb: 1. kosba – v čase klasenia prevládajúcich druhov tráv, 2. kosba – 6 až 8 týždňov po prvej kosbe a 3. kosba – 8 až 10 týždňov po druhej kosbe.

V experimente bolo využitých deväť typov miešaniek. Konkrétne sa jednalo o miešanky pre potreby lúčneho a pasienkového využitia a miešanky pre potreby bioplynových staníc (tab. 11). Každý uvedený variant, okrem kontroly, bol prisievaný tromi typmi prísevových bezorbových sejačiek v rovnocenných podieloch (tab. 10). Zloženie jednotlivých typov miešaniek je uvedené v tabuľke 12.

Tabuľka 10 Popis prisievaných variantov

Variant 2 až variant 10		
Tri typy sejačiek		
A	B	C
VREDO	SP 16	Great Plains

A. typ sejačky VREDO 125.07.5 – vzdialenosť riadkov 75 mm, pracovná šírka 2 500 mm,

B. typ sejačky SP 16 – vzdialenosť riadkov 150 mm, pracovná šírka 2 250 mm,

C. typ sejačky Great Plains – vzdialenosť riadkov 158 mm, pracovná šírka 3 000 mm.

Pred realizáciou samotného prísevu sa aplikovala podľa potreby dávka herbicídu Roundup (5 l.ha⁻¹), čím sa vylúčil konkurenčný vplyv pôvodného porastu. Prísev jednotlivých typov miešaniek sa realizoval v prvom roku pokusu v mesiaci september. V každom ďalšom roku využívania sa realizovali kosby na všetkých typoch porastov. Osivá jednotlivých miešaniek zabezpečila DLF Seeds, s. r.o., Hladké Životice.

Tabuľka 11 Variantné riešenie experimentu

Hnojenie	Varianty									
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
	pôvodný porast	Lúčna miešanka			Pasienková miešanka			Miešanky pre potreby BPS		
		do vlhka Meadowmax	do sucha Meadowmax	zmes Meadowmax	vytrvalá Grazemax	vytrvalá Covermax	bez Festulolii	dočasná intenzívna ĎTM Cutmax 3	silážna zmes BPS - dočasný trávny porast s ď.plazivou	silážna zmes BPS - vytrvalá do vlhkých podmienok
1.	Nehnojený									
2.	Hnojený digestátom v dávke 45 kg N.ha ⁻¹									
3.	Hnojený digestátom v dávke 90 kg N.ha ⁻¹									



Sejačka VREDO



Sejačka SP 16



Sejačka Great Plains

Tabuľka 12 Zloženie jednotlivých typov miešaniek (v %)

		Miešanky								
		2	3	4	5	6	7	8	9	10
Druh	Odroda / druh	Lúčna do vlhka Meadowmax	Lúčna do sucha Meadowmax	Lúčna zmes Meadowmax	Pasienková vytrvalá Grazemax	Pasienková vytrvalá Covermax	Pasienková bez Festulolii	Dočasná intenzívna ĐTM Cutmax 3	Silážna zmes BPS - dočasný trávny porast	Silážna zmes BPS – vytrvalá do vlhkých podmienok
medzirodový hybrid	FELINA	6	10	10				14		26
medzirodový hybrid	HYKOR	6	10	10						
medzirodový hybrid	MAHULENA				13					
medzirodový hybrid	FOJTAN				12	20				
kostrava trstovníkovitá	KORA	21	19	30					30	13
medzirodový hybrid	PERUN								20	
medzirodový hybrid	PERSEUS								20	
medzirodový hybrid	LOFA							14	10	10
mätonoh jednoročný	LOMIKAR									
mätonoh jednoročný	JIVET, LOLAN								16	
mätonoh jednoročný 4n	JARAN	6		9	5					
mätonoh jednoročný 4n	KERTAK		5		5	3		10		
mätonoh jednoročný 4n	KENTAUR				5	4				
mätonoh jednoročný 2n	JONAS				6		14			
mätonoh jednoročný 2n	HERBIE				6	13	20			
psiarka lúčna	VULPINA	10								16
timotejka lúčna	LEMA	15			10	17	20	10		15
kostrava lúčna	KOLUMBUS	10		10	10	10	20	10		10
ovsík vyvýšený	MEDIAN		22							
kostrava červená	GONDOLIN		8	5	5	13	4			
lipnica lúčna	HETERA				8	13	6			
lipnica lúčna	BALIN	5	8	9				6		10
lipnica močiarna	ROŽNOVSKÁ	5								
ďatelina lúčna 4n	VESNA		13							
ďatelina lúčna 4n	BESKYD	13		14	10			30		
ďatelina lúčna 2n	SUEZ						11			
ďatelina plazivá	RIVENDEL					7	5			
ďatelina plazivá	MILKANOVA		5	3	5			6	4	
ďatelina hybridná	POODERSKÝ	3								
Celkový výsev	v kg na 1 ha	40	40	40	45	45	45	40	40	40

Prísev jednotlivých typov miešaniek sa zrealizoval v prvom roku pokusu v mesiaci september. Pred každým využitím trávneho porastu sa vykonalo floristické zloženie porastov metódou projektívnej dominancie podľa Malocha (1953) na určenie všetkých rastlinných druhov prítomných v poraste. Po skosení variantov na experimentálnej ploche bola odobratá priemerná vzorka zelenej fytomasy (cca 500 g) na stanovenie produkcie sušiny a chemické analýzy.

Stanovenie obsahu živín

V priemerných vzorkách krmiva sa zisťujú 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. 149/2/2003-100 nasledovné ukazovatele:

- obsah sušiny: vázkovo, sušením pri teplote 103 ± 2 °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 Mufl'ovej peci,
- hrubá vláknina: metódou podľa Hennenberg – Stohmanna.

Stanovenie obsahu minerálnych látok

V čerstvej hmote jednotlivých variantov sa sleduje obsah makroprvkov: vápnika (Ca), fosforu (P), horčíka (Mg), sodíka (Na) a draslíka (K).

- stanovenie Ca, Na, K – plameňová fotometria,
- stanovenie Mg – atómový absorpčný spektrofotometer,
- stanovenie P – kolorimetricky na prietokovom analyzátore Skalár.

Energetická a dusíkatá hodnota krmív

Dusíkatá hodnota krmiva vo forme PDIN a PDIE, ako aj energetická hodnota ME, NEL a NEV sa vypočíta na základe laboratórne stanoveného obsahu živín podľa rovníc uvedených v prílohe č. 8 Výnosu Ministerstva pôdohospodárstva Slovenskej republiky č. 39/1/2002-100.

Pôdne rozbor

Pôdne vzorky sa odoberali na jar pred založením pokusu a budú sa odoberať aj na jeseň v poslednom využívanom roku z hĺbky 0-150 mm. Rozbor pôd sa robí podľa Vyhlášky Ministerstva pôdohospodárstva SR zo 6. júla 2005 Zz.č.338/2005.

- 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 - $\% \text{ humusu} = \% C_{ox} \times 1.724$.

Stanovenie prijateľných živín

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

- stanovenie Ca, Na, K – plameňová fotometria,
- stanovenie Mg – atómový absorpčný spektrofotometer,
- 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.

5.3 Výsledky

5.3.1. Agrochemické vlastnosti pôdy

Pôdna reakcia pôvodného stanovišťa v roku 2013 bola kyslá (pH v intervale 4,76 - 5,70). Obsah dusíka sa na začiatku našich sledovaní pohyboval na úrovni 3,46 g.kg⁻¹ až 5,08 g.kg⁻¹. Zásoba prístupného fosforu v pôde bola v rozpätí 10,54 - 16,35 mg.kg⁻¹ a draslíka 86,74 - 114,35 mg.kg⁻¹. Pôdy na Slovensku sú dobre zásobené horčíkom. Koncentrácia prístupného horčíka v pôde sa v prvom sledovanom roku pohybovala v rozpätí 517,93 až 607,66 mg.kg⁻¹ (tab.7). Z hľadiska úrodnosti pôd má veľký význam aj kvalita humusu, ktorá sa posudzuje najmä na základe pomeru C : N. Varianty vykazovali pomer C : N na úrovni 7,13 : 1 a 7,91 : 1.

V roku 2015 na nehnosených variantoch pôdna reakcia oscilovala od 4,29 do 5,19 (tab. 13). Pôvodný variant mal hodnotu pH 5,14. Najvyššia koncentrácia C_{ox} 38,10 g.kg⁻¹ sa zistila na variante so silážnou zmesou pre BPS. Variant s ďatelinotravnou miešankou Cutmax mal najnižšiu koncentráciu C_{ox}. Obsah dusíka a fosforu sa v pôde zistil v najvyššom množstve na variante prisievanom pasienkovou miešankou Grazemax. Zásoba dusíka sa pohybovala od 5,53 – 8,22 g.kg⁻¹, fosforu od 0,97 – 2,09 mg.kg⁻¹ a draslíka od 97,01 – 134,33 mg.kg⁻¹. Na pôvodnom poraste bola koncentrácia fosforu najnižšia. Varianty s pasienkovými miešankami a miešankami pre BPS mali vyšší obsah fosforu a draslíka v pôde ako varianty s lúčnymi miešankami. Obsah horčíka bol vysoký, v rozsahu od 444,56 až do 910,49 mg.kg⁻¹. Za sledované obdobie došlo k poklesu pomeru C : N na všetkých sledovaných variantoch. Na prisievanom poraste s pasienkovou miešankou Grazemax bol najnižší, klesol až na úroveň 3,91.

Tabuľka 13 Agrochemické vlastnosti pôdy jeseň 2015 (0-150 mm) – nehnosené porasty

Var.	pH/ KCl pH*	C _{ox}	Humus	N	P	K	Mg	Pomer C:N
		g.kg ⁻¹			mg.kg ⁻¹			
1.	5,14	28,50	49,13	6,00	0,97	100,75	534,45	4,75
2.	4,98	31,80	54,82	6,64	1,06	100,75	614,14	4,79
3.	4,64	35,10	60,51	7,05	1,31	104,48	633,24	4,98
4.	4,72	30,00	51,72	6,94	1,15	104,48	692,93	4,32
5.	4,29	32,10	55,34	8,22	2,09	123,13	630,71	3,91
6.	4,63	35,10	60,51	6,78	1,41	119,40	691,29	5,18
7.	4,52	27,90	48,10	6,74	1,17	97,01	444,56	4,13
8.	4,65	25,20	43,44	5,53	1,06	104,48	567,02	4,56
9.	4,57	38,10	65,68	6,52	2,08	134,33	709,20	5,84
10.	5,19	35,10	60,51	7,60	1,25	123,13	910,49	4,62

*Poznámka : pH (KCl) – výmenná pôdna reakcia, C_{ox} – oxidovateľný uhlík, N – koncentrácia dusíka, P – koncentrácia fosforu, K – koncentrácia draslíka, Mg – koncentrácia horčíka

Na všetkých variantoch hnojených digestátom v dávke 45 kg N.ha⁻¹ stúpila pôdna reakcia pri porovnaní s nehnosenými variantmi, a aj pri porovnaní s rokom 2013

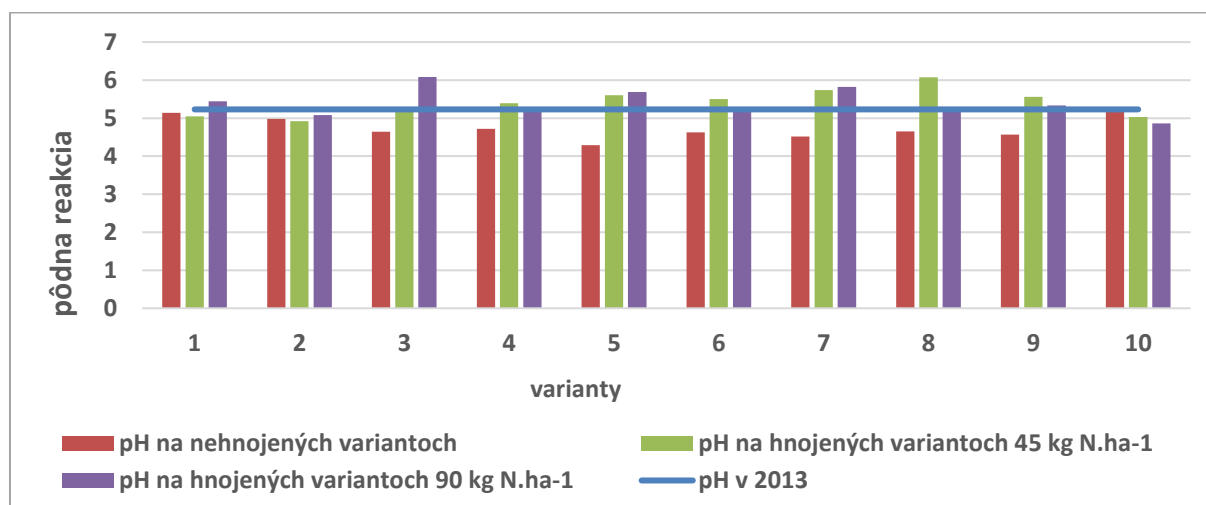
(tab. 14). Najvyššia hodnota pH (6,07) bola na variante s dočasne intenzívnou d'atelinotravnou miešankou. Obsah organickej hmoty poklesol v porovnaní s nehnojenými porastami, od 19,52 g.kg⁻¹ do 24,47 g.kg⁻¹. Pri hodnotení koncentrácie dusíka v pôde, sme taktiež zaznamenali jeho pokles takmer na všetkých variantoch. Výnimkou bol variant s miešankou Covermax, kde sa zistil najvyšší obsah N v pôde, a to 7,99 g.kg⁻¹. Zásoba fosforu v pôde sa vplyvom hnojenia digestátom zvýšila, pričom na variante s dočasne intenzívnou miešanou bol jeho najvyšší obsah (3,35 mg.kg⁻¹). Pri porovnaní s nehnojenými variantmi nastal pokles v zásobe draslíka a horčíka v pôde. Zistili sme aj zníženie pomeru C : N. Hodnoty boli na úrovni od 3,06 do 4,20.

Tabuľka 14 Agrochemické vlastnosti pôdy jeseň 2015 (0-150 mm) – hnojené porasty dávkou 45 kg N.ha⁻¹

Var.	pH/ KCl pH*	C _{ox}	Humus	N	P	K	Mg	Pomer C:N
		g.kg ⁻¹			mg.kg ⁻¹			
1.	5,05	19,52	33,65	5,73	2,63	100,75	571,57	3,41
2.	4,92	20,39	35,15	5,52	2,47	108,21	539,18	3,69
3.	5,18	23,60	40,68	5,62	2,35	104,48	552,90	4,20
4.	5,39	23,30	40,18	6,22	2,03	100,75	515,79	3,75
5.	5,60	21,56	37,16	6,42	2,33	108,21	583,88	3,36
6.	5,50	24,47	42,18	7,99	3,06	97,01	576,25	3,06
7.	5,74	23,01	39,67	5,93	2,69	82,09	451,08	3,88
8.	6,07	23,01	39,67	6,91	3,35	108,21	746,19	3,33
9.	5,56	22,72	39,17	6,69	2,69	111,94	622,27	3,40
10.	5,03	19,52	33,65	5,81	1,60	97,01	428,83	3,36

*Poznámka : pH (KCl) – výmenná pôdna reakcia, C_{ox} – oxidovateľný uhlík, N – koncentrácia dusíka, P – koncentrácia fosforu, K – koncentrácia draslíka, Mg – koncentrácia horčíka

Graf 1 Pôdna reakcia na hnojených a nehnojených variantoch v roku 2015



Vyššiu hodnotu pôdnej reakcie ako nehnojené varianty a zároveň aj ako pôvodný trávny porast, mali varianty hnojené digestátom v dávke 90 kg N.ha⁻¹ (tab. 15). Rovnako sme zistili stúpajúci charakter pH aj pri porovnaní s variantmi hnojenými nižšou dávkou dusíka (graf 1). Výnimku predstavujú varianty so silážnymi zmesami pre BPS. So zlepšovaním pôdnej reakcie a lepším využitím fosforu v pôde súhlasia aj výsledky Pospíšila (2015). Cigánek (2011) vo svojich výsledkoch uvádza zvýšenie pH o 0,5 – 0,6 po aplikácii digestátu. Vyšší obsah C_{ox} a dusíka bol takmer na všetkých variantoch pri porovnaní s variantami s dávkou dusíka 45 kg.ha⁻¹. Najvyšší obsah N (7,61 g.kg⁻¹) mal porast s pasienkovou miešankou Covermax. Koncentrácia fosforu, draslíka a horčíka v pôde bola nižšia ako na variantoch s hnojením 45 kg N.ha⁻¹. Pomer C : N mal klesajúcu tendenciu. Najvyšší pomer (C : N s hodnotou 3,96) mal variant s lúčnou miešankou s 18 % podielom leguminóz. Oproti variantom, ktoré boli hnojené nižšou dávkou dusíka, pomer C : N stúpol. Neplatilo to na variantoch s lúčnymi (17 a 18 %-ný podiel leguminóz) a s pasienkovými miešankami (Grazemax a bez Festulolii), kde došlo k zníženiu pomeru.

Tabuľka 15 Agrochemické vlastnosti pôdy jeseň 2015 (0 -150 mm) – hnojené porasty dávkou 90 kg N.ha⁻¹

Var.	pH/ KCl pH*	C _{ox}	Humus	N	P	K	Mg	Pomer C:N
		g.kg ⁻¹			mg.kg ⁻¹			
1.	5,44	20,10	34,65	5,87	0,65	82,09	273,46	3,42
2.	5,08	24,18	41,68	6,34	0,73	85,82	418,78	3,81
3.	6,08	23,30	40,18	5,88	2,06	82,09	415,17	3,96
4.	5,25	21,56	37,16	6,29	0,69	97,01	368,21	3,43
5.	5,69	18,93	32,64	6,97	4,40	115,67	276,55	2,72
6.	5,24	23,60	40,68	7,61	1,03	97,01	361,50	3,10
7.	5,82	21,26	36,66	7,24	7,39	82,09	255,47	2,94
8.	5,21	24,18	41,68	6,41	1,59	93,28	402,81	3,77
9.	5,33	23,60	40,68	6,41	0,77	85,82	263,82	3,68
10.	4,86	19,81	34,15	5,60	0,86	97,01	361,36	3,54

*Poznámka : pH (KCl) – výmenná pôdna reakcia, C_{ox} – oxidovateľný uhlík, N – koncentrácia dusíka, P – koncentrácia fosforu, K – koncentrácia draslíka, Mg – koncentrácia horčíka; Varianty 2 – 4 lúčne miešanky, 5 – 7 pasienkové miešanky, 8 – 10 miešanky pre potreby BPS

Preukazný vplyv ročníka (P < 0,05) sme zaznamenali na obsah organickej hmoty, obsah dusíka, fosforu v pôde a na pomer C : N. Hnojenie, ako faktor, štatisticky preukazne (P < 0,05) ovplyvňovalo pôdnu reakciu (tab. 16 a 17).

Tabuľka 16 Vplyv hlavných faktorov na pôdnu reakciu

Zdroj variability	SS	Df	MS	F	P
Rok	0,039015	1	0,039015	0,21	0,6470
Hnojenie	1,49191	2	0,745955	4,06	0,0236
Variant	2,60237	9	0,289152	1,57	0,1508

SS – suma štvorcov, Df – stupeň voľnosti, MS – priemerný štvorec, F – vypočítaná hodnota, P - preukaznosť

Tabuľka 17 Vplyv rokov a hnojenia na agrochemické vlastnosti pôdy

		pH/KCl	C _{ox} g.kg ⁻¹	N	P	K	Mg	C : N
			mg.kg ⁻¹					
Rok	2013	5,23 ^a	31,82 ^b	4,27 ^a	13,45 ^b	100,55 ^a	562,80 ^a	7,52 ^b
	2015	5,18 ^a	25,32 ^a	6,52 ^b	1,96 ^a	101,62 ^a	513,77 ^a	3,89 ^a
Hnojenie	1*	4,98 ^a	31,85 ^b	5,54 ^a	7,40 ^a	105,87 ^a	602,80 ^b	6,11 ^b
	2	5,32 ^b	26,96 ^a	5,28 ^a	7,98 ^a	101,21 ^{ab}	560,74 ^b	5,53 ^a
	3	5,32 ^b	26,93 ^a	5,37 ^a	7,73 ^a	96,17 ^a	451,25 ^a	5,48 ^a

Rozdielne indexy znamenajú štatisticky preukazné rozdiely medzi úrovňami faktorov (Tukey t -test, P = 0,05). *Poznámka : 1 – hnojenie 0 kg N.ha⁻¹, 2 – hnojenie 45 kg N.ha⁻¹, 3 – hnojenie 90 kg N.ha⁻¹

5.3.2. Zapojenosť porastu, trvácnosť prísevu

Zmeny floristického zloženia porastu je možné posúdiť aj na základe bodového vyjadrenie podľa klasifikátora pre trávny (Ševčíková, Šrámek a Fáberová, 2002). Hodnoteným znakom je zapojenosť porastu, ktorá je vyjadrená na stupnici od 1 do 9, pričom 1 je veľmi slabá zapojenosť (< 20 %) a 9 je veľmi dobrá zapojenosť porastu (> 99 %). V jarnom období sa z hľadiska použitia bezorbovej technológie ako najvhodnejšej technológie obnovy trávneho porastu ukazuje použitie frézovacej sejačky SP 16. Zapojenosť miešaniek, v bodovom vyjadrení podľa klasifikátora pre trávny pri použití uvedenej sejačky (Michalec a kol., 2017), bola dobrá až veľmi dobrá (90 – 99 %). Podľa deväť bodovej stupnice, kde 9 je najlepšia úroveň hodnoteného znaku, zodpovedá 7 – 8 bodom. Strednú až dobrú zapojenosť vykazovali porasty prisievané sejačkou Great Plains, boli zapojené na úrovni 85 – 94 % (t.j. 6 - 7 bodov). Slabú až dobrú zapojenosť mali miešanky, ktoré boli prisievané diskovou sejačkou VREDO (60 – 94 %), čomu zodpovedá hodnota 4 – 7 bodov (tab. 18). Pri hodnotení zapojenosti jednotlivých miešaniek v prvom termíne (na jar) hodnotenia, boli najlepšie zapojené miešanky pre potreby pasienkového využitia. Najlepšie zapojenou (89 – 99 %) bola pasienková vytrvalá miešanka Grazemax. To v bodovom vyjadrení zodpovedá 6 – 8 bodom. Dobrá až veľmi dobrá zapojenosť (88 – 94 %) sa zaznamenala aj pri pasienkovej miešanke bez Festulólií (t.j. 6 – 8 bodov). Vytrvalá pasienková miešanka Covermax mala zapojenosť na úrovni 87 až 96 %. Miešanky pre potreby bioplynových staníc vykazovali

strednú až dobrú zapojenosť (85 – 94 %). Pri porovnaní jednotlivých miešaniek v danej skupine mala najlepšiu zapojenosť dočasná intenzívna ďatelinotrávna miešanka (6 – 7 bodov). Na úrovni 85 až 92 % bola zapojená silážna zmes (dočasný trávny porast). Miešanky pre potreby lúčneho využitia sa vyznačovali slabou až dobrou zapojenosťou. Najslabšie zapojenou miešankou bola lúčna zmes do vlhka (Meadowmax). Podľa klasifikátora pre trávy jej možno prideliť 4 až 6 bodov. Lúčna zmes so 17 % podielom leguminóz mala strednú až dobrú zapojenosť, čo v bodovom hodnotení zodpovedá 5 – 7 bodom.

V druhom termíne pri hodnotení nehnojených porastov vysiate miešanky mierne zvýšili svoju zapojenosť. Možno konštatovať, že aj pri letnom hodnotení najlepšiu zapojenosť z hľadiska použitej bezorbovej technológie vykazovali miešanky vysiate sejačkou SP 16. Porasty prisievané sejačkou VREDO vykazovali opäť slabú až dobrú zapojenosť, podľa stupnice úroveň hodnotenia zodpovedá 4 až 7 bodov. Pri celkovom porovnaní miešaniek boli najlepšie zapojené opäť pasienkové miešanky. Zapojenosť porastov bola vo väčšine prípadov stredná až veľmi dobrá (85 – 99 %, v bodovom vyjadrení 6 – 8). Pasienková vytrvalá miešanka (Grazemax) mala dobrú až veľmi dobrú zapojenosť (možno jej prideliť 7 – 8 bodov). Rovnakou zapojenosťou ako pasienkové sa vyznačovali aj miešanky pre potreby bioplynových staníc. Silážna zmes (vytrvalá do vlhkých podmienok) mala zapojenosť na úrovni 91 až 97 % (dobrá až veľmi dobrá zapojenosť). Pri hodnotení miešaniek pre potreby lúčneho využitia v letnom termíne, možno konštatovať, že ich zapojenosť sa zvýšila len veľmi mierne a v celkovom hodnotení boli opäť najslabšie zapojenými miešankami. Miešanka so 16 % podielom leguminóz (do vlhka) mala len slabú až dobrú zapojenosť (4 – 6 bodov). Z tabuľky 18 je zrejmé, že prázdne miesta v priebehu celého sledovaného obdobia na prisievaných variantoch mali minimálnu plošnú pokryvnosť od 1 – 7 %. Vyššie hodnoty boli len v roku 2014, a to na variantoch s prísevom lúčnych miešaniek.

V roku 2015 maximálna pokryvnosť prázdnych miest bola len do 4 %. Najlepšou zapojenosťou sa vyznačovali miešanky pre potreby pasienkového využitia. Na variante s dočasne intenzívnou ďatelinotrávnou miešankou pre BPS zastúpenie leguminóz v prvej kosbe (35 %) pokleslo do tretej kosby až na úroveň 3 %. Pričom prázdnych miest sa evidovalo len 2 %. Z toho vyplýva, že miešanky zostavené a namiešané v DLF Seeds, s.r.o., Hladké Životice sú výskumne preverené. Druhy prítomné v miešanke sa dokázali vzájomne podporovať, zapíňať uvoľnené miesta po vypadnutých druhoch, ktoré v extrémnom suchu a teple už nedokázali ďalej vegetovať. Je potrebné zdôrazniť, že sú to všetky varianty prisievané, t.j. bez akejkoľvek podpory pre zmiernenie klimatických podmienok, ktoré boli v každom ročníku iné. Rok 2013 nadnormálne úhrny zrážok na jar (máj a jún = 266 mm), potom extrémne suchu v lete. Rok 2014 nadnormálne úhrny zrážok v lete (júl a august = 236 mm). Rok 2015 zase suché leto s úhrnom zrážok za vegetačné obdobie len 311 mm (tab. 9). Pritom teploty vzduchu dosahovali až 36 °C. Zapojenosť prisievaných porastov bola veľmi dobrá až dobrá. A vďaka komplementárnemu zloženiu miešaniek počas sledovaného obdobia bola zabezpečená aj trvácnosť prísevov.

Tabuľka 18 Hodnotenie pokrývnosti vysiateho druhu podľa klasifikátora pre trávny, rok 2014 (Kováčiková a kol., 2015)

Typ miešanky	Typ sejačky*	Zapojenosť porastu – pokrývnosť vysiateho druhu			
		Termíny hodnotenia			
		jar		leto – nehnojené porasty	
		%	body	%	body
Lúčna do vlhka Meadowmax	A	75	4	73	4
	B	90	6	88	6
	C	85	6	83	5
Lúčna do sucha Meadowmax	A	79	4	80	5
	B	91	7	93	7
	C	87	6	86	6
Lúčna zmes Meadowmax	A	82	5	84	5
	B	92	7	93	7
	C	89	6	90	7
Pasienková vytrvalá Grazemax	A	89	6	91	7
	B	98	8	97	8
	C	93	7	95	8
Pasienková vytrvalá Covermax	A	87	6	89	6
	B	96	8	99	8
	C	93	7	94	7
Pasienková bez Festulolii	A	88	6	87	6
	B	96	8	97	8
	C	94	7	95	8
Dočasná intenzívna DTM Cutmax	A	86	6	86	6
	B	94	7	96	8
	C	91	7	92	7
Silážna zmes BPS - dočasný TP	A	85	6	88	6
	B	92	7	95	8
	C	89	6	92	7
Silážna zmes BPS – vytrvalá do vlhkých podmienok	A	85	6	91	7
	B	93	7	97	8
	C	91	7	92	7

*Poznámka : A - sejačka Vredo; B – sejačka SP 16; C – sejačka Great Plains; % – pokrývnosť vysiateho druhu; Body 1 – veľmi slabá zapojenosť; 9 – veľmi dobrá zapojenosť

Z hodnotenia vyplýva, že zapojenosť všetkých troch lúčnych miešaniek, všetkých miešaniek pre bioplynové stanice a jednej pasienkovej miešanky Grazemax najpriaznivejšie ovplyvnila rotačná sejačka SP-16. Pri príseve pasienkových miešaniek vytrvalá Covermax a bez Festulolii bola najvyššia pokrývnosť po prasiatí diskovou

sejačkou VREDO. V roku 2014 sme najvyššiu zapojenosť evidovali po príseve sejačkou SP-16. Hneď za ňou nasledovala sejačka Great Plains a VREDO. V ďalšom roku sa tieto rozdiely vyrovnávali a zapojenosť miešaniek pri jednotlivých technológiách prísevov bola rovnocenná.



Zapojené miešanky

5.3.3. Floristické zloženie porastu

V roku 2013 mal pôvodný trávny porast pred založením pokusu 84 %-né zastúpenie tráv (tab. 19). Z trávnych druhov mali najvyššiu pokrývnosť ovsík vyvýšený (*Arrhenatherum elatius* (L.) P. Beauv. – 26 %) a ovsica páperistá (*Avenula pubescens* (Huds.) Dumort – 21 %). Ďalšími druhmi prítomnými v poraste boli kostrava červená (*Festuca rubra* L.) a kostrava trsteníkovitá (*Festuca arundinacea* Schreb.). Najnižšie zastúpenie sme zaznamenali pri floristickej skupine leguminóz 3 %. Byliny mali 13 %-ný podiel v poraste a dominovali predovšetkým štiav lúčny (*Acetosa pratensis* Mill.) a rebríček obyčajný (*Achillea millefolium* L. (3 %).

Tabuľka 19 Floristické zloženie pôvodného porastu (pokryvnosť v %)

Floristická skupina	2013	2014			2015		
		jar	leto nehnojený	leto hnojený	1.kosba	2.kosba	3.kosba
Trávy	84	88	91	87	90	86	96
Leguminózy	3	1	+	1	2	1	0
Ostatné byliny	13	11	9	12	7	10	4
Prázdne miesta	0	0	0	0	1	3	0

*Poznámka : + - zastúpenie v poraste (menej ako 1 %)

Na začiatku vegetácie v roku 2014 mal pôvodný nehnojený trávny porast 88 %-ný podiel trávnej zložky. V poraste boli prítomné ovsica páperistá (*Avenula pubescens* (Huds.) Dumort), ovsík vyvýšený (*Arrhenatherum elatius* (L.) P. Beauv.), kostrava červená (*Festuca rubra* L.) a kostrava trsteníkovitá (*Festuca arundinacea* Schreb.). Pokryvnosť uvedených druhov sa oproti predchádzajúcemu roku mierne znížila. Naopak sa zvýšil percentuálny podiel timotejky lúčnej (*Phleum pratense* L., 8 %) a lipnice lúčnej (*Poa pratensis* L., 7 %). Z ostatných lúčnych bylín (11 %) boli v poraste zaznamenané štiav lúčny (*Acetosa pratensis* Mill.), rebríček obyčajný (*Achillea millefolium* L.), praslička roľná (*Equisetum arvense* L.) a skorocel kopijovitý (*Plantago lanceolata* L.). Pri letnom hodnotení floristického zloženia porastu agrobotanická skupina tráv zvýšila svoju pokryvnosť na 91 %. Najvýraznejšie zvýšenie sme zaznamenali pri kostrave červenej (*Festuca rubra* L., z 14 % na 19 %). Ovsica páperistá (*Avenula pubescens* (Huds.) Dumort) naopak svoje zastúpenie v poraste znížila z 18 % na 14 %. Floristická skupina leguminóz mala len stopový výskyt (menej ako 1 %) v poraste. Byliny znížili svoju pokryvnosť, podiel jednotlivých druhov sa však výrazne nemenil. Po aplikácii digestátu mala trávna zložka 87 %-ný podiel v poraste. Oproti nehnojenému porastu sa znížila pokryvnosť ovsíka vyvýšeného (*Arrhenatherum elatius* (L.) P. Beauv.) na 23 % a kostravy červenej (*Festuca rubra* L.) na 14 %. Naopak sa zvýšilo percentuálne zastúpenie psinčeka tenučkého (*Agrostis capillaris* L.) 9 % a timotejky lúčnej (*Phleum pratense* L.) na 11 %. Pri leguminózach sme opäť zaznamenali najnižšie zastúpenie. V poraste boli prítomné len lucerna kosákovitá (*Medicago falcata* L.) a ďatelina lúčna (*Trifolium pratense* L.). Floristická skupina ostatných lúčnych bylín taktiež zvýšila svoju pokryvnosť oproti nehnojenému porastu. Dominovali predovšetkým skorocel kopijovitý (*Plantago lanceolata* L., 4 %), praslička roľná (*Equisetum arvense* L., 2 %), a rebríček obyčajný (*Achillea millefolium* L., 2 %).

Na prisievateľných variantoch v roku 2014 pred prvou produkčnou kosbou vyplynula potreba realizácie odburiňovacej kosby. K danému kroku sa pristúpilo po floristickom zhodnotení porastov, kedy bol na celej pokusnej ploche zaznamenaný vysoký podiel druhov zo skupiny ostatných lúčnych bylín. Tieto nesiate druhy – druhy burinné, značne potlačili prisievané porasty, ktoré sa na jar vyznačovali dobrou až veľmi dobrou zapojenosťou (tab. 20). Ak by sa skupina burinných druhov brala ako celok (100 %), potom percentuálny podiel by bol nasledovný. Najvyššie zastúpenie mali skorocel kopijovitý (*Plantago lanceolata* L.) 43 %, kapsička pastierska (*Capsella bursa – pastoris* (L.) MED.) 26 %, praslička roľná (*Equisetum arvense* L.) 11 %, rebríček obyčajný (*Achillea millefolium* L.) 8 %, pichliač roľný (*Cirsium arvense* (L.) Scop.) 5 % a veronika obyčajná (*Veronica chamaedrys* L.) 3 %. V nižšom zastúpení sa na ploche vyskytovali šalvia lekárska (*Salvia pratensis* L.), krvavec lekársky (*Sanguisorba officinalis* L.), lipkavec mäkký (*Gallium mollugo* L.) a štiav lúčny (*Acetosa pratensis* Mill.). Ich podiel sa pohyboval okolo 1 % a menej. Význam odburiňovacej kosby sa potvrdil, pretože po jej realizácii sme v prisievateľných porastov zaznamenali výrazné zníženie podielu burinných druhov.

Tabuľka 20 Floristické zloženie hlavných agrobotanických skupín (v %) prisievaných trávnych porastov – odburiňovacia kosba (1.kosba 2014)

Floristická skupina	Varianty*								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Nehnojené varianty									
Trávy	76	80	83	86	89	85	81	86	90
Leguminózy	14	11	9	12	7	11	13	6	3
Ostatné byliny	4	5	4	2	3	2	4	5	4
Prázdne miesta	6	4	4	+	1	2	2	3	3

*Poznámka : varianty 2 – 4 lúčne miešanky, varianty 5 – 7 pasienkové miešanky, varianty 8 – 10 miešanky pre potreby BPS

Floristické zloženie hlavných agrobotanických skupín prisievaných trávnych porastov v roku 2014 je uvedené v tabuľke 21. Na nehnojených variantoch s lúčnymi miešankami bol 77 až 84 % - ný podiel trávnych druhov, 9 až 11 % - ný podiel leguminóz a floristická skupina bylinných druhov mala 4 až 5 % - né zastúpenie. Na uvedených variantoch bol zaznamenaný výskyt prázdnych miest, predovšetkým na variante s miešankou do vlhka Meadowmax (7 %). Na porastoch s miešankami pre potreby pasienkového využitia bol podiel tráv na úrovni 84 – 87 % a leguminóz 11 – 13 %. Najvyššie zastúpenie druhov zo skupiny bolo na variante s pasienkovou miešankou Grazemax. Na variantoch prisievanými miešankami pre potreby bioplynových staníc sme evidovali podiel trávnej zložky na úrovni 85 až 89 % a podiel leguminóz bol na úrovni 8 až 11 %.



Porasty pri prvom odbere

Hnojenie digestátom v dávke 45 kg N.ha⁻¹ podporilo rozšírenie leguminóz v poraste (tab. 21). Výnimku predstavuje len variant 2 s lúčnou miešankou do vlhka (Meadowmax), mierny pokles z 11 % na 9 %. Najvyššie percentuálne zastúpenie druhov z uvedenej skupiny mali porasty prisievané lúčnou zmesou Meadowmax a dočasnou intenzívnou ĎTM (Cutmax). Varianty s pasienkovými miešankami mali takmer vyrovnané zastúpenie leguminóz, ich podiel 14 až 16 %. Najvyššiu pokrývnosť trávnych druhov sme evidovali na variantoch s miešankami pre potreby BPS (81 až 87 %). Ich najnižší podiel (78 – 81 %) bol na variantoch s lúčnymi miešankami. Hnojenie digestátom však pokrývnosť trávnych druhov výrazne neovplyvnilo. Zastúpenie ostatných bylín bolo najvyššie na variantoch s miešankami pre potreby lúčneho využitia (3 až 5 %). Pričom na ostatných variantoch bolo zastúpenie nízke. Prázdne miesta sa takmer nevyskytovali, výnimkou boli len varianty s lúčnymi miešankami (1 – 5 %).

Tabuľka 21 Floristické zloženie hlavných agrobotanických skupín (v %) prisievaných trávnych porastov (2.kosba 2014)

Floristická skupina	Varianty*								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Nehnojené varianty								
Trávy	77	82	84	84	87	86	85	85	89
Leguminózy	11	11	9	13	12	11	11	10	8
Ostatné byliny	5	4	4	3	1	3	3	3	2
Prázdne miesta	7	3	3	+	+	+	1	2	1
	Hnojené 45 kg N.ha ⁻¹								
Trávy	81	78	79	82	83	82	81	87	86
Leguminózy	9	16	17	16	15	14	17	12	11
Ostatné byliny	5	4	3	1	2	3	2	1	2
Prázdne miesta	5	2	1	+	+	1	+	0	1

*Poznámka : varianty 2 – 4 lúčne miešanky, varianty 5 – 7 pasienkové miešanky, varianty 8 – 10 miešanky pre potreby BPS

Na začiatku vegetácie v roku 2015 mal pôvodný (nehnojený) trávny porast 90 %-ný podiel tráv. Z trávnych druhov boli v poraste prítomné ovsica páperistá (*Avenula pubescens* (Huds.) Dumort), ovsík vyvýšený (*Arrhenatherum elatius* (L.) P. Beauv.), kostrava červená (*Festuca rubra* L.) a kostrava trsteníkovitá (*Festuca arundinacea* Schreb.). Pokrývnosť uvedených druhov sa oproti predchádzajúcemu využívanému roku mierne zvýšila. Leguminózy sa v poraste takmer nevyskytovali (2 %). Z floristickej skupiny ostatných lúčnych bylín (7 %) boli zaznamenané štiav lúčny (*Acetosa pratensis* Mill.), rebríček obyčajný (*Achillea millefolium* L.), praslička roľná (*Equisetum arvense* L.) a skorocel kopijovitý (*Plantago lanceolata* L.). Na variantoch prisiatych lúčnymi miešankami bol 75 až 93 %-ný podiel druhov zo skupiny tráv (tab. 22). Najviac trávnych druhov, s najnižším podielom leguminóz (4 %) a bylinných druhov (2 %) bol na variante so zmesou Meadowmax. Lúčne miešanky do sucha a do

vlhka mali 13 a 15 % leguminóz. Pasienkové miešanky mali zastúpenie tráv na úrovni 86 až 94 % (graf 2). Najvyššia pokryvnosť leguminóz sa zaznamenala na variante s pasienkovou miešankou Grazemax (10 %). Najnižší podiel trávnych druhov na prisievajúcich porastoch sme zaznamenali na variante s dočasne intenzívnou ĎTM pre BPS (58 %). Pokryvnosť tráv sa znížila vplyvom rozšírenia leguminóz, ich podiel bol až 35 %-ný. Silážne zmesi určené pre bioplynové stanice sa vyznačovali vyšším zastúpením bylinných druhov (12 až 20 %). Dominovali predovšetkým iserník plazivý (*Ranunculus acer* L.), skorocel kopijovitý (*Plantago lanceolata* L.), krvavec lekárske (*Sanguisorba minor* L.) a praslička roľná (*Equisetum arvense* L.).

Tabuľka 22 Floristické zloženie hlavných agrobotanických skupín (v %) prisievajúcich trávnych porastov v kosbách – nehnosené porasty

Floristická skupina	Varianty*								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	1. kosba								
Trávy	75	81	93	86	94	92	58	86	78
Leguminózy	13	15	4	10	1	2	35	1	1
Ostatné byliny	8	4	2	3	4	5	6	12	20
Prázdne miesta	4	0	1	1	1	1	1	1	1
	2. kosba								
Trávy	53	65	66	68	68	60	65	65	59
Leguminózy	30	15	9	2	2	+	15	+	3
Ostatné byliny	17	20	25	30	30	40	20	35	65
Prázdne miesta	0	0	0	0	0	0	0	0	3
	3. kosba								
Trávy	80	80	87	92	95	94	85	77	79
Leguminózy	12	15	6	2	1	2	3	8	4
Ostatné byliny	8	5	7	6	4	4	10	12	15
Prázdne miesta	0	0	0	0	0	0	2	3	2

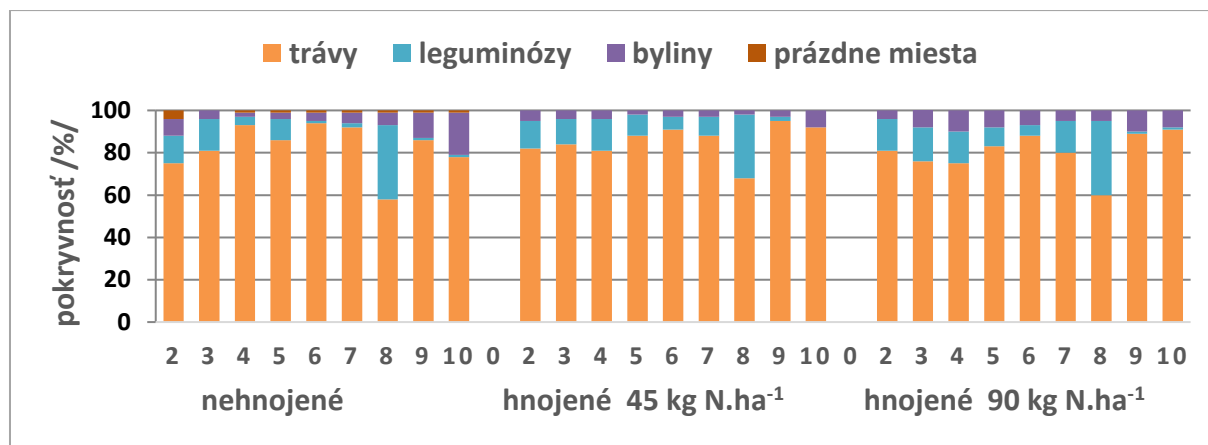
*Poznámka : varianty 2 – 4 lúčne miešanky, varianty 5 – 7 pasienkové miešanky, varianty 8 – 10 miešanky pre potreby BPS

V druhej kosbe sa na pôvodnom variante ako aj na všetkých prisiatych variantoch znížil podiel trávnych a zvýšil sa podiel bylinných druhov. Najvýraznejšie to bolo pri pasienkovej miešanke bez Festulolii (z 92 % na 60 %). Na danom poraste pokleslo aj zastúpenie druhov zo skupiny leguminóz, až o 20 %. Pokryvnosť sa zvýšila len u miešaniek pre potreby lúčneho využitia. Najvýraznejšie pri lúčnej zmesi do vlhka (z 13 % na 30 %). Najvyššie zastúpenie z bylinných druhov mali mrkva obyčajná (*Daucus carota* L.), skorocel kopijovitý (*Plantago lanceolata* L.) a púpavec srsnatý (*Lentodon hispidus* L.).

Ku koncu vegetácie sme na pôvodnom poraste zaznamenali 96 %-ný výskyt trávnych druhov a 4 %-ný výskyt bylinných, ale bez zastúpenia leguminóz. Opäť došlo

k zvýšeniu floristickej skupiny tráv a k poklesu bylín na prisievaných variantoch. Najvyššie zastúpenie mali porasty s pasienkovými miešankami, pokryvnosť na úrovni 92 až 95 %. Výskyt bylín a leguminóz bol ale veľmi nízky (tab. 22). Najvyššie zastúpenie bylinných druhov bolo na variantoch s miešankami pre potreby BPS (10 až 15 %). Prevládali rebríček obyčajný (*Achillea millefolium* L.), púpavec srsnatý (*Lentodon hispidus* L.), skorocel kopijovitý (*Plantago lanceolata* L.) a mrkva obyčajná (*Daucus carota* L.).

Graf 2 Floristické zloženie porastov - 1. kosba, rok 2015



V čase prvej kosby hnojenie digestátom s dávkou dusíka 45 kg.ha⁻¹ spôsobilo rozšírenie trávnych druhov pri lúčnych miešankách na úrovne 82 až 84 % (tab. 23). Prezencia leguminóz (12 až 15 %) a bylín (4 až 5 %) bola viac menej na rovnakej úrovni. V priebehu vegetácie trávne druhy výrazne nemenili svoju pokryvnosť, mierny pokles nastal len v letnom období. Podstatne sa ale zvýšil podiel druhov zo skupiny leguminóz, predovšetkým u lúčnej miešanky do sucha (zvýšenie z 12 % na 30 %). Ku koncu vegetácie sa pokryvnosť trávnych druhov mierna zvýšila vplyvom hnojenia digestátom, s najvyšším výskytom pri miešanke do vlhka (89 %). Leguminózy ale poklesli. Výnimku predstavuje lúčna zmes Meadowmax, kde sme zaznamenali pokles bylinných druhov a zvýšenie druhov zo skupiny leguminóz (o 12 %). Pasienkové miešanky vplyvom aplikácie digestátu výrazne nemenili pokryvnosť trávnych druhov. Mierny pokles nastal opäť v letnom období na úkor bylín a leguminóz. Najvyššie zastúpenie bolo na variante s miešankou Covermax (83 až 93 %) v priebehu vegetácie. Rovnako aj druhy z agrobotanickej skupiny leguminóz a bylín výrazne nemenili svoju prezenciu v poraste. K miernemu zvýšeniu leguminóz došlo v čase druhej kosby na variante s miešankou Grazemax (zvýšenie na 18 %). Svoju pokryvnosť v letnom období zvýšili aj bylinné druhy. Dominovali opäť praslička roľná (*Equisetum arvense* L.), iskerník plazivý (*Ranunculus acer* L.), hviezdica trávovitá (*Stelaria graminea* L.), ďalej rebríček obyčajný (*Achillea millefolium* L.) a pichliač roľný (*Cirsium arvense* L.).

Tabuľka 23 Floristické zloženie hlavných agrobotanických skupín (v %) prisievaných trávnych porastov v kosbách – hnojené dávkou 45 kg N.ha⁻¹

Floristická skupina	Varianty*								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	1. kosba								
Trávy	82	84	81	88	91	88	68	95	92
Leguminózy	13	12	15	10	6	9	30	2	0
Ostatné byliny	5	4	4	2	3	3	2	3	8
Prázdne miesta	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2. kosba								
Trávy	76	66	74	72	83	77	47	77	88
Leguminózy	18	30	8	18	3	10	38	1	2
Ostatné byliny	6	4	18	10	14	13	15	22	15
Prázdne miesta	0	0	0	0	0	0	1	0	1
	3. kosba								
Trávy	89	77	78	85	93	83	84	82	82
Leguminózy	6	20	20	11	3	10	8	11	8
Ostatné byliny	5	3	2	4	4	7	8	7	10
Prázdne miesta	0	0	0	0	0	0	0	0	0

*Poznámka : varianty 2 – 4 lúčne miešanky, varianty 5 – 7 pasienkové miešanky, varianty 8 – 10 miešanky pre potreby BPS

Porasty, prisievané zmesami pre využitie bioplynových staníc, vplyvom digestátu výrazne menili zastúpenie jednotlivých agrobotanických skupín. Najvýraznejšie predovšetkým na variante s dočasne intenzívnou d'atelinotravnou miešankou (Cutmax). V čase prvej kosby mali najnižšiu pokrývnosť trávne druhy 68 % a leguminózy 30%. V druhej kosbe zastúpenie trávnych druhov pokleslo (o 21 %) a leguminózy stúpili na 38 %. V tretej kosbe sa prezencia druhov z uvedenej skupiny zvýšila až na 84 % a naopak leguminózy poklesli o 30 % (graf 3). Silážne zmesi sa zase vyznačovali 92 až 95 %-ným zastúpením tráv a takmer nulovou prezenciou leguminóz. Rovnako ako na ostatných variantoch aj tu stúpila prezencia bylinných druhov (15 až 22 %) a absencia leguminóz v čase druhej kosby. Z bylín prevládali skorocel kopijovitý (*Plantago lanceolata* L.), praslička roľná (*Equisetum arvense* L.) a iskerník plazivý (*Ranunculus acer* L.). Ďalšie byliny púpavec srsnatý (*Lentodon hispidus* L.) a rebríček obyčajný (*Achillea millefolium* L.) mali 5 – 10 % podiel.



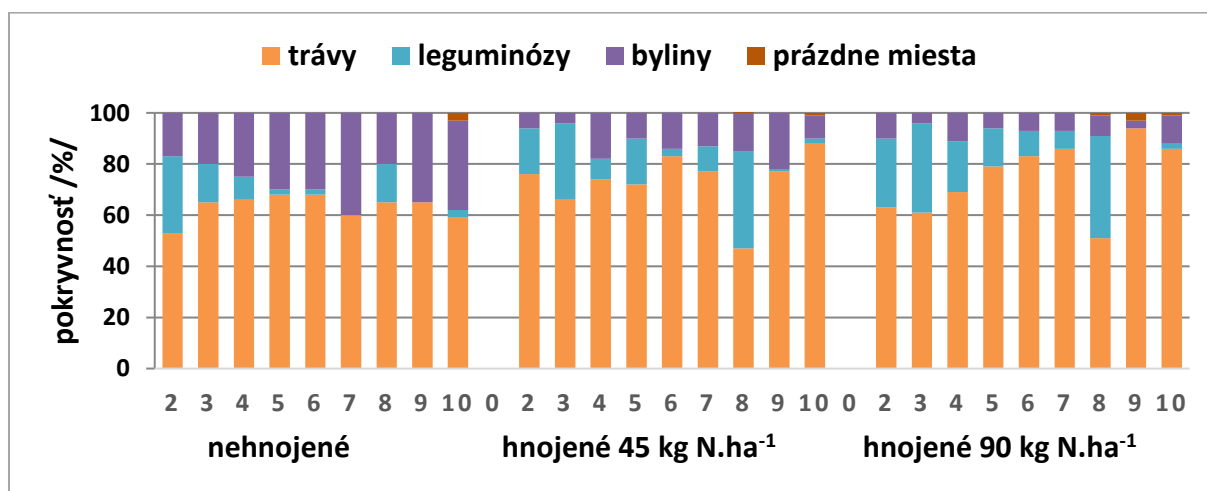
Lúčna miešanka



Pasienková miešanka

Hnojenie digestátom s dávkou dusíka $90 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ pri lúčnych prisievaných miešankách spôsobilo nižšie zastúpenie trávnych druhov v porovnaní s nižšou dávkou digestátu v čase prvej kosby (tab. 24). Trávne druhy boli na úrovni 75 až 81 %. Pokryvnosť leguminóz a bylín sa zvýšila, predovšetkým pri miešanke do sucha. Pri uvedenej miešanke sme zaznamenali výrazné zmeny v priebehu vegetácie v jednotlivých floristických skupinách. Počas vegetácie zastúpenie trávnych druhov pokleslo na 61 až 69 %. Podiel leguminóz výrazne stúpol, najvýraznejšie opäť pri miešanke do sucha (o 19 %). Prevládajúcimi bylinnými druhmi boli iskerník plazivý (*Ranunculus acer* L.), štiav lúčny (*Acetosa pratensis* Mill.), horčiak pieprový (*Persicaria hydropiper* L.).

Graf 3 Floristické zloženie porastov - 2. kosba, rok 2015



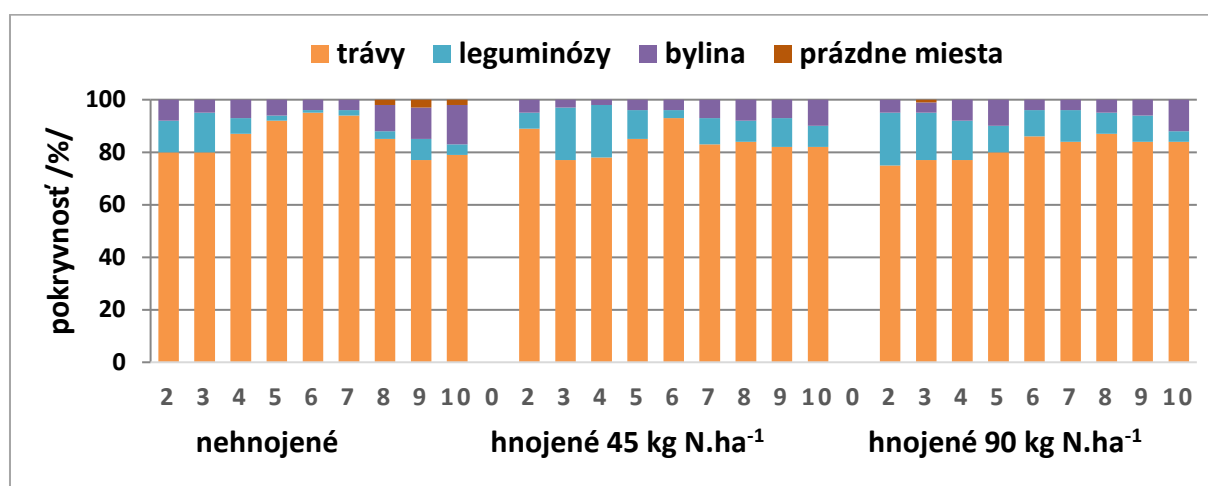
Tabuľka 24 Floristické zloženie hlavných agrobotanických skupín (v %) prisievaných trávnych porastov v kosbách – hnojené dávkou 90 kg N.ha⁻¹

Floristické skupiny	Varianty*								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	1. kosba								
Trávy	81	76	75	83	88	80	60	89	91
Leguminózy	15	16	15	9	5	15	35	1	1
Ostatné byliny	4	9	10	8	7	5	5	10	8
Prázdne miesta	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2. kosba								
Trávy	63	61	69	79	83	86	51	94	86
Leguminózy	27	35	20	15	10	7	40	+	2
Ostatné byliny	10	4	11	6	7	7	8	3	11
Prázdne miesta	0	0	0	0	0	0	1	3	1
	3. kosba								
Trávy	75	77	77	80	86	84	87	84	84
Leguminózy	20	18	15	10	10	12	8	10	4
Ostatné byliny	5	4	8	10	4	4	5	6	12
Prázdne miesta	0	1	0	0	0	0	0	0	0

*Poznámka : varianty 2 – 4 lúčne miešanky, varianty 5 – 7 pasienkové miešanky, varianty 8 – 10 miešanky pre potreby BPS

Ku koncu vegetácie bylinné druhy a leguminózy svoje zastúpenie v poraste znížili. Podiel bylín bol 4 – 8 %-ný, s dominantným zastúpením púpavca srsnatého (*Lentodon hispidus* L.), rebríčka obyčajného (*Achillea millefolium* L.) a mrkvy obyčajnej (*Daucus carota* L.). Pri miešankách pre pasienkové využitie možno konštatovať, že vplyvom aplikácie vyššej dávky digestátu mali agrobotanické skupiny takmer vyrovnané zastúpenie v priebehu vegetácie. Pokryvnosť trávnych druhov sa pohybovala na úrovni od 79 % do 88 % (graf 4). Najvyššia bola zaznamenaná pri miešanke Covermax. Najvyššie zastúpenie druhov zo skupiny leguminóz bola pri miešanke bez Festulolii, v čase prvej kosby až 15 %. Bylinné druhy mali viac menej vyrovnané zastúpenie a prevládali rovnaké bylinné druhy ako na variantoch s nižšou dávkou hnojenia. Miešanka Cutmax, určená pre bioplynové stanice, pri vyššej dávke digestátu taktiež výrazne menila percentuálne zastúpenie jednotlivých floristických skupín. V čase prvej a druhej kosby bola prezencia trávnych druhov na úrovni 51 až 60 %. Pokryvnosť leguminóz pri jednotlivých typoch miešaniek pre BPS ale aj pri porovnaní s nižšou dávkou digestátu bola vyššia. V priebehu vegetácie sa výskyt leguminóz a bylinných druhov pri oboch silážnych zmesiach výrazne nemenil.

Graf 4 Floristické zloženie porastov - 3. kosba, rok 2015



Miešanky pre bioplynové stanice



5.3.4. Produkcia sušiny

Pôvodný trávny porast dosiahol v prvej produkčnej kosbe v roku 2014 produkciu sušiny $2,0 \text{ t.ha}^{-1}$ bez rozdielu či sa jednalo o hnojený alebo nehnojený variant (tab. 25). Medzi nehnojenými a hnojenými prisievanými porastami sme zaznamenali výrazné rozdiely v produkcii sušiny už v prvom roku. Pri porovnaní jednotlivých typov miešaniek možno konštatovať, že najvyššiu produkciu sušiny pri nehnojených variantoch dosiahla silážna zmes pre potreby bioplynových staníc (vytrvalá do vlhkých podmienok) $4,4 \text{ t.ha}^{-1}$. Pri variantoch hnojených digestátom z bioplynovej stanice to bola pasienková vytrvalá miešanka Grazemax, s produkciou $4,2 \text{ t.ha}^{-1}$. Miešanky pre lúčne využitie hnojené digestátom mali výrazne nižšiu produkciu sušiny ako ich nehnojené varianty. Hnojená lúčna zmes Meadowmax so 17 % podielom leguminóz dosiahla najnižšiu produkciu sušiny ($1,2 \text{ t.ha}^{-1}$). V porovnaní s jej nehnojeným variantom je to o $2,2 \text{ t.ha}^{-1}$ menej. Nízka produkcia sušiny bola zaznamenaná aj pri lúčnej miešanke do

sucha ($1,8 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$). Nehnojené porasty prisievané lúčnymi mieškami mali produkciu sušiny na úrovni $3,4$ až $3,8 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ (graf 5).

Tabuľka 25 Produkcia sušiny na hnojených porastoch v rokoch 2014 a 2015 (v $\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$) (Vargová a kol., 2017)

Rok	Kosba	Varianty*									
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
2014		Nehnojené varianty									
	1.	2,0	3,6	3,8	3,4	2,8	3,6	3,6	2,4	3,4	4,4
		Hnojené $45 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$									
	1.	2,0	2,4	1,8	1,2	4,2	2,8	3,8	3,4	1,6	3,6
2015		Nehnojené varianty									
	1.	2,4	2,5	3,5	3,7	3,6	2,8	4,5	4,8	4,6	5,4
	2.	1,5	1,7	1,3	1,2	2,3	1,6	1,2	1,6	1,4	1,9
	3.	0,1	0,6	0,4	0,7	0,6	0,3	0,3	0,2	0,2	0,5
	Σ	4,0	4,8	5,2	5,6	6,5	4,7	6,0	6,6	6,2	7,8
		Hnojené $45 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$									
	1.	2,1	7,3	5,2	3,4	4,7	3,1	5,0	4,9	3,4	4,0
	2.	1,4	2,2	1,6	1,8	1,6	1,9	1,6	1,7	1,9	1,7
	3.	0,5	0,3	0,6	1,1	0,7	0,5	0,6	0,3	0,1	0,6
	Σ	4,0	9,8	7,4	6,3	7,0	5,5	7,2	6,9	5,4	6,3
		Hnojené $90 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$									
	1.	3,3	4,7	4,8	4,2	3,1	4,1	4,5	4,3	3,6	5,0
	2.	1,0	2,4	1,7	2,9	2,7	1,9	1,4	3,4	2,1	1,9
	3.	0,2	0,8	1,1	0,7	0,2	1,0	0,4	0,4	0,6	1,1
	Σ	4,5	7,9	7,6	7,8	6,0	7,0	6,3	8,1	6,3	8,0
Priemer rokov		0,84 a	1,93 b	1,69 ab	1,55 ab	1,75 ab	1,49 ab	1,79 ab	1,83 b	1,42 ab	2,08 b

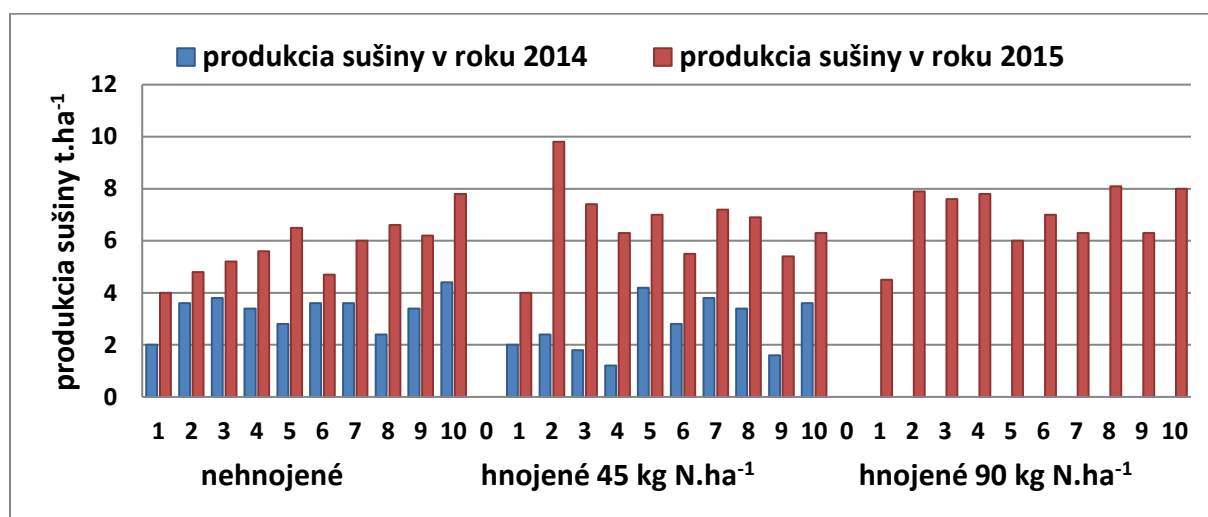
Rozdielne indexy znamenajú štatisticky preukazné rozdiely medzi úrovňami faktorov (Tukey t -test, $P = 0,05$). *Poznámka : varianty 2 – 4 lúčne miešanky, varianty 5 – 7 pasienkové miešanky, varianty 8 – 10 miešanky pre potreby BPS

Najvyššiu produkciu sušiny $4,2 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, z hnojených miešaniek pre potreby pasienkového využitia, dosiahla vytrvalá miešanka Grazemax. Nehnojený variant tej istej miešanky mal o $1,4 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ nižšiu produkciu sušiny. Nasledovala hnojená pasienková miešanka bez Festulolii, produkcia sušiny na úrovni $3,8 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. Nehnojená pasienková miešanka Covermax mala vyššiu produkciu sušiny ($3,6 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$) ako jej hnojený variant ($2,8 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$). Rozdiely v produkcii sušiny sme zaznamenali aj pri jednotlivých mieškách pre potreby bioplynových staníc. Silážna zmes (dočasný trávny porast) hnojená digestátom dosiahla produkciu sušiny len $1,6 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. Nehnojený variant tejto miešanky mal produkciu sušiny o $1,8 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ vyššiu ($3,4 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$). Najvyššia produkcia sušiny bola

zaznamenaná pri silážnej zmesi (vytrvalá do vlhkých podmienok). Na nehnojenom variante dosiahla produkciu sušiny $4,4 \text{ t.ha}^{-1}$ a na hnojenom variante $3,6 \text{ t.ha}^{-1}$.

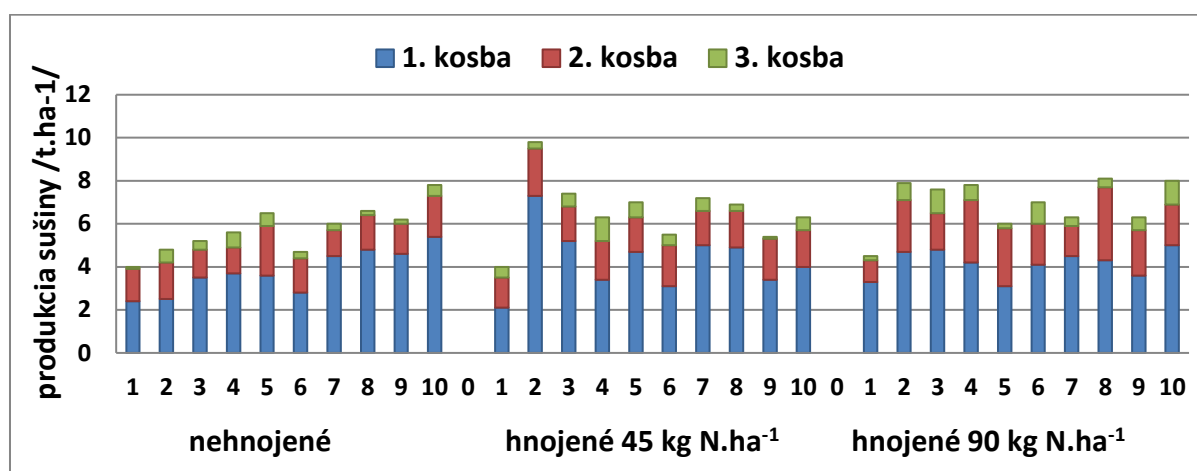
V roku 2015 bola zaznamenaná najvyššia produkcia sušiny ($7,8 \text{ t.ha}^{-1}$) na nehnojených variantoch pri silážnej zmesi pre potreby BPS do vlhkých podmienok, čo sa aj štatisticky preukazuje ($P < 0,05$) potvrdilo (tab. 25). Možno konštatovať, že miešanky pre potreby bioplynových staníc dosiahli vyššiu produkciu sušiny v porovnaní s inými typmi miešaniek. Produkciu sušiny nad 6 t.ha^{-1} dosiahli aj pasienkové miešanky Grazemax a miešanka bez Festulolií. Na pôvodnom poraste sme zistili najnižšiu produkciu ($4,0 \text{ t.ha}^{-1}$). Varianty s lúčnymi mieškami zabezpečili produkciu sušiny na úrovni $4,8$ až $5,6 \text{ t.ha}^{-1}$, pričom najlepšie sa prejavila miešanka so 17 % -ným podielom leguminóz (graf 6).

Graf 5 Produkcia sušiny v rokoch 2014 a 2015 na variantoch



So zvyšovaním produkcie sušiny vplyvom aplikácie digestátu súhlasia viacerí autori Cigánek (2011), Dostál a kol. (2015) a Pospíšil (2015). Hnojenie digestátom v dávke 45 kg N.ha^{-1} malo pozitívny vplyv na zvýšenie produkcie sušiny aj na našom sledovanom experimente. Výnimku však predstavujú miešanky so silážnymi zmesami pre potreby bioplynových staníc. V porovnaní s ich nehnojenými variantmi bola produkcia nižšia. Výrazné zvýšenie, vplyvom aplikácie digestátu, sme zaznamenali predovšetkým pri lúčnych mieškách. Variant s mieškou do vlhka (Meadowmax) dosiahol produkciu sušiny až $9,8 \text{ t.ha}^{-1}$ v priebehu roka. V porovnaní s jeho nehnojeným variantom to predstavuje zvýšenie až o 5 t.ha^{-1} . Rozdiely v produkcii sušiny sme zaznamenali aj pri jednotlivých mieškách pre potreby pasienkového využitia. Tieto miešanky zabezpečili produkciu sušiny od $5,5 \text{ t.ha}^{-1}$ do $7,2 \text{ t.ha}^{-1}$ (miešanka bez Festulolií). Pôvodný porast opäť dosiahol produkciu na úrovni $4,0 \text{ t.ha}^{-1}$, tak ako porast nehnojený.

Graf 6 Produkcia sušiny v jednotlivých kosbách, rok 2015



Porasty hnojené digestátom v dávke 90 kg.ha⁻¹ mali vyššiu produkciu sušiny, takmer na všetkých variantoch v porovnaní s nižšou dávkou. Na pôvodnom poraste bola produkcia sušiny opäť najnižšia (4,5 t.ha⁻¹). Lúčne miešanky zabezpečili takmer vyrovnanú produkciu (od 7,6 do 7,9 t.ha⁻¹). Pri porovnaní jednotlivých typov miešaniek pre potreby pasienkového využitia možno konštatovať, že najvyššou produkciou sušiny sa prejavila miešanka vytrvalá Covermax (7,0 t.ha⁻¹). Na tomto variante došlo k zvýšeniu produkcie, o 1,5 t.ha⁻¹, pri porovnaní s nižšou dávkou hnojenia. Dočasná intenzívna miešanka (ďatelinotrávna Cutmax) zabezpečila najvyššiu produkciu sušiny vplyvom vyššej aplikácie digestátu. Produkcia bola na úrovni 8,1 t.ha⁻¹. Vysoká produkcia sušiny bola zaznamenaná aj na variante so silážnou zmesou do vlhkých podmienok. V roku 2015 bola vyššia produkcia sušiny so štatisticky preukazným tvrdením ($P < 0,05$). Zaznamenali sme významný ($P < 0,05$) vplyv prvej kosby (tab. 26 a 27).



Porasty pred kosbou

Tabuľka 26 Vplyv kosby, hnojenia a rokov na produkciu sušiny ($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$)

Kosba	Priemer	Rok	Priemer	Hnojenie	Priemer
1	3,58 ^a	2014	1,14 ^b	1	1,52 ^a
2	1,31 ^b	2015	2,14 ^a	2	1,58 ^a
3	0,02 ^c			3	1,81 ^a

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

Tabuľka 27 Vplyv hlavných faktorov na produkciu sušiny ($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$)

Zdroj variability	SS	Df	MS	F	P
Rok	11,3753	1	11,3753	23,13	0,0000
Kosba	194,841	2	97,4204	198,09	0,0000
Hnojenie	1,44739	2	0,72369	1,47	0,2348
Variant	11,7277	9	1,30308	2,65	0,0088

SS – suma štvorcov, Df – stupeň voľnosti, MS – priemerný štvorec, F – vypočítaná hodnota, P – preukaznosť

5.3.5. Kvalitatívne parametre fytomasy

Dusíkaté látky sú jedným z rozhodujúcich ukazovateľov výživnej hodnoty vyprodukovanej fytomasy. Podľa Holúbeka a kol. (2007) sa obsah dusíkatých látok v trávnom poraste pohybuje na úrovni 150 až 200 $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ sušiny. Pred založením pokusu, v roku 2013 (porast v štádiu klasenia), mal pôvodný trávny porast koncentráciu dusíkatých látok na úrovni 103,14 $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ sušiny. Obsah fosforu bol 3,06 $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ a draslíka 18,25 $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ sušiny. Koncentrácia sodíka bola nízka, dosiahla hodnotu 0,39 $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ a množstvo horčíka 2,13 $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ sušiny (tab. 28).

Tabuľka 28 Obsah organických a minerálnych látok v sušine pred založením pokusu ($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$), rok 2013

N-látky	Tuk	Popol	Vláknina	P	K	Na	Ca	Mg
103,14	28,68	67,43	347,19	3,06	18,25	0,39	6,20	2,13

*Poznámka : NL – dusíkaté látky, P – fosfor, K – draslík, Na – sodík, Ca – vápnik, Mg – horčík

V roku 2014 na začiatku vegetácie, v odburiňovacej kosbe, sa obsah N-látok pôvodného a prisievaného porastu pohyboval na úrovni 157,94 a 176,88 $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ sušiny (tab. 29). Prisievateľný porast poskytol vyššie hodnoty minerálnych látok v porovnaní s pôvodným porastom. Koncentrácia draslíka bola vysoká 22,55 $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ sušiny a množstvo sodíka 0,71 $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ sušiny. Obsah vápnika dosiahol hodnotu 14,39 $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ sušiny, pôvodný porast 8,26 $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$. Obsah fosforu pôvodného porastu bol výrazne vyšší

ako pred založením pokusu, bol na úrovni 4,01 g.kg⁻¹. Koncentrácia horčička prisievaného porastu bola 3,40 g.kg⁻¹.

Tabuľka 29 Obsah organických a minerálnych látok v sušine pôvodného porastu (g.kg⁻¹) na jar 2014 (odburiňovacia kosba)

Porast	NL*	Tuk	Popol	Vláknina	P	K	Na	Ca	Mg
Pôvodný	157,94	43,47	74,77	292,76	4,01	20,01	0,46	8,26	2,57
Prisievaný	176,88	39,09	100,68	254,67	4,26	22,55	0,71	14,39	3,40

*Poznámka : NL – dusíkaté látky, P – fosfor, K – draslík, Na – sodík, Ca – vápnik, Mg – horčík

Pôvodný porast dosiahol hodnotu dusíkatých látok 103,12 g.kg⁻¹ sušiny (tab. 30). Pri porovnaní jednotlivých prisievaných porastov sme zaznamenali nízku koncentráciu N-látok. Najvyššie hodnoty boli pri lúčnej miešanke Meadowmax do sucha (112,80 g.kg⁻¹ sušiny) a do vlhka (111,76 g.kg⁻¹ sušiny). Nasledovala silážna zmes pre potreby bioplynových staníc (vytrvalá do vlhkých podmienok) s koncentráciou N-látok 109,82 g.kg⁻¹ sušiny. Najnižšie hodnoty v rozmedzí 77,88 - 78,19 g.kg⁻¹ sušiny dosiahli miešanky pre potreby pasienkového využitia. Výnimku predstavuje len pasienková miešanka Grazemax s obsahom N-látok 95,42 g.kg⁻¹ sušiny. Nízka koncentrácia N-látok bola aj pri lúčnej zmesi Meadowmax (86,63 g.kg⁻¹ sušiny). Koncentrácia vlákniny bola vysoká pri všetkých sledovaných variantoch. Najvyššie hodnoty dosiahli porasty s pasienkovými mieškami (320,05 až 327,70 g.kg⁻¹ sušiny). Vysoký obsah vlákniny mal aj pôvodný trávny porast 284,26 g.kg⁻¹ sušiny.

Tabuľka 30 Obsah organických a minerálnych látok v sušine pôvodného porastu (g.kg⁻¹), 1. kosba 2014

Variant	NL*	Popol	Vláknina	P	K	Na	Ca	Mg
1.	103,12	118,86	284,26	3,43	12,72	0,55	6,73	3,51
2.	112,80	143,92	280,41	3,12	10,03	1,49	10,07	3,60
3.	111,76	102,74	296,63	3,17	17,10	1,49	10,91	3,67
4.	86,63	83,55	295,75	3,03	13,46	2,16	10,63	3,34
5.	95,42	78,52	327,70	3,10	13,13	1,88	12,60	3,39
6.	78,19	85,63	320,05	2,91	13,83	2,31	10,09	2,92
7.	77,88	87,50	326,00	2,94	12,43	3,13	10,36	3,48
8.	93,75	77,66	280,69	2,74	13,11	2,23	12,86	3,68
9.	97,02	75,86	294,95	2,68	13,13	1,95	13,71	4,00
10.	109,82	83,23	313,69	3,03	15,44	1,88	16,52	3,69

*Poznámka : NL – dusíkaté látky, P – fosfor, K – draslík, Na – sodík, Ca – vápnik, Mg – horčík

Obsah fosforu v sušine nadzemnej fytomasy by sa mal pohybovať v rozpätí od 2 do 4 g.kg⁻¹ (Hopkins, 2000). Najvyššie množstvo fosforu mal pôvodný trávny porast 3,43 g.kg⁻¹ sušiny. Pri porovnaní jednotlivých miešaniek najvyššiu koncentráciu fosforu

mali lúčne miešanky 3,03 - 3,12 g.kg⁻¹ sušiny. Najnižší obsah fosforu sme zaznamenali pri miešankách pre potreby bioplynových staníc (2,68 a 2,74 g.kg⁻¹ sušiny). Výnimku predstavuje len silážna zmes – vytrvalá do vlhkých podmienok. Pri hodnotení draslíka mala lúčna miešanka do vlhka najnižšiu koncentráciu 10,03 g.kg⁻¹ sušiny. Pri jednotlivých miešankách sa obsah draslíka pohyboval v rozpätí od 12,43 do 17,10 g.kg⁻¹ sušiny. Pôvodný trávny porast mal nižšiu koncentráciu sodíka (0,55 g.kg⁻¹ sušiny) a vápnika (6,73 g.kg⁻¹ sušiny) ako prisievané porasty (tab. 30). Najvyšší obsah sodíka dosiahli miešanky pre potreby pasienkového využitia. Pasienková miešanka bez Festulolii mala koncentráciu sodíka až 3,13 g.kg⁻¹ sušiny a miešanka vytrvalá Covermax 2,31 g.kg⁻¹ sušiny. Pri miešankách určených pre potreby bioplynových staníc sa hodnoty sodíka pohybovali od 1,88 do 2,23 g.kg⁻¹ sušiny. Dané miešanky dosiahli najvyššiu koncentráciu vápnika v porovnaní s jednotlivými miešankami. Silážna zmes - vytrvalá do vlhkých podmienok mala obsah vápnika na úrovni 16,52 g.kg⁻¹ a zmes - dočasný trávny porast 13,71 g.kg⁻¹ sušiny. Výsledky chemických analýz poukazujú na vysoký obsah horčíka v pôde, čo súvisí s jeho obsahom v nadzemnej fytomase. Najnižšiu koncentráciu 2,92 g.kg⁻¹ sušiny sme zaznamenali pri pasienkovej miešanke Covermax. Pri ostatných sledovaných miešankách sa obsah horčíka pohyboval v rozpätí od 3,34 do 4,00 g.kg⁻¹ sušiny.



Výskyt leguminóz v miešankách

Obsah organických a minerálnych látok porastov hnojených digestátom v roku 2014 uvádzame v tabuľke 31. Pôvodný trávny porast mal dusíkaté látky na úrovni 95,76 g.kg⁻¹ sušiny. Podobne ako pri nehnojených prisievaných porastoch, tak aj pri hnojených sme zaznamenali nízku koncentráciu dusíkatých látok a vysoký obsah vlákniny. Najvyššiu koncentráciu N-látok dosiahli miešanky pre potreby bioplynových staníc. Hodnoty sa pohybovali na úrovni 105,81 až 117,01 g.kg⁻¹ sušiny. Vyšší obsah

dusíkatých látok mala aj lúčna zmes so 17 % podielom leguminóz (113,85 g.kg⁻¹ sušiny). Lúčna zmes do vlhka mala najnižšiu koncentráciu dusíkatých látok (85,68 g.kg⁻¹ sušiny). Nízky obsah N-látok dosiahli aj miešanky pre potreby pasienkového využitia. Miešanka Crazemax mala koncentráciu dusíkatých látok 87,21 g.kg⁻¹ sušiny a miešanka Covermax 88,03 g.kg⁻¹ sušiny. V porovnaní s nehnojenými porastami bola koncentrácia vlákny hnojených porastov nižšia. Obsah vlákny sa pohyboval v rozpätí 250,97 až 297,65 g.kg⁻¹. Pôvodný trávny porast mal obsah vlákny najvyšší 301,72 g.kg⁻¹.

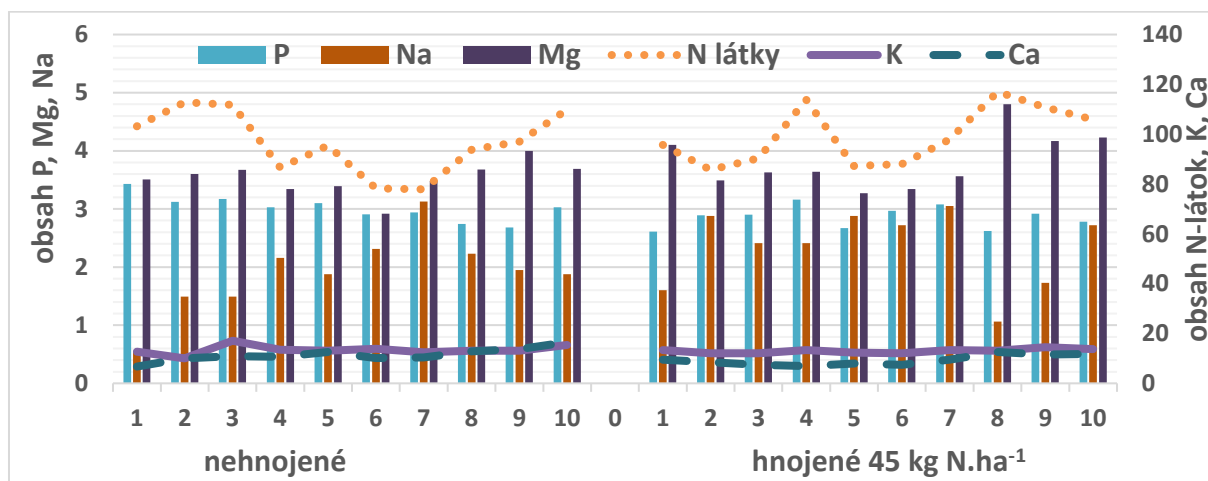
Tabuľka 31 Obsah organických a minerálnych látok v sušine hnojených porastov dávkou 45 kg N.ha⁻¹ (g.kg⁻¹), 1. kosba 2014

Variant	NL*	Popol	Vláknina	P	K	Na	Ca	Mg
1.	95,76	82,72	301,72	2,61	13,42	1,60	9,53	4,10
2.	85,68	83,80	290,98	2,89	12,06	2,88	8,51	3,49
3.	90,33	87,82	278,22	2,90	12,06	2,41	7,49	3,63
4.	113,85	79,62	263,63	3,16	13,42	2,41	6,98	3,64
5.	87,21	90,41	289,16	2,67	12,39	2,88	8,00	3,27
6.	88,03	73,40	297,65	2,97	12,06	2,72	7,49	3,34
7.	97,87	79,52	284,91	3,08	13,42	3,05	9,53	3,56
8.	117,01	88,63	250,97	2,62	13,07	1,06	12,60	4,80
9.	110,77	77,24	283,86	2,92	14,53	1,73	11,57	4,17
10.	105,81	69,53	276,29	2,78	13,78	2,72	11,83	4,23

*Poznámka : NL – dusíkaté látky, P – fosfor, K – draslík, Na – sodík, Ca – vápnik, Mg – horčík

Hnojený pôvodný porast mal nižšiu koncentráciu fosforu (2,61 g.kg⁻¹) a vyššiu koncentráciu draslíka (13,42 g.kg⁻¹) ako jeho nehnojený variant. Hodnotu 3,00 g.kg⁻¹ fosforu v sušine nadzemnej fytomasy prekročila len lúčna zmes Meadowmax (3,16 g.kg⁻¹) a pasienková miešanka bez Festulolii (3,08 g.kg⁻¹). Pasienková miešanka Covermax a silážna zmes (dočasný trávny porast) mali vyššie hodnoty fosforu ako ich nehnojené varianty. Najvyššie hodnoty draslíka dosiahli miešanky pre potreby bioplynových staníc (13,07 až 14,53 g.kg⁻¹ sušiny). Vyšší obsah draslíka 13,42 g.kg⁻¹ sušiny mali aj lúčna zmes so 17 % podielom leguminóz a pasienková miešanka bez Festulolii. Pôvodný porast hnojený digestátom mal nižší obsah sodíka (1,60 g.kg⁻¹), vyšší obsah vápnika (9,53 g.kg⁻¹) a horčíka (4,10 g.kg⁻¹) ako nehnojený porast (tab. 31). Koncentrácia sodíka hnojených a prisievanych porastov bola vyššia pri porovnaní s nehnojenými variantami. Výnimku predstavuje len dočasná intenzívna miešanka Cutmax 1,06 g.kg⁻¹ a silážna zmes (dočasný trávny porast) 1,73 g.kg⁻¹. Najvyšší obsah sodíka dosiahli miešanky pre potreby pasienkového využitia. Miešanka bez Festulolii mala koncentráciu sodíka 3,05 g.kg⁻¹ sušiny. Najvyšší obsah vápnika a horčíka dosiahli miešanky pre potreby bioplynových staníc (graf 7). Vápnik sa pohyboval v rozpätí 11,57 až 12,60 g.kg⁻¹ a horčík 4,17 až 4,80 g.kg⁻¹. Pri celkovom hodnotení mali hnojené miešanky nižšiu koncentráciu vápnika ako ich nehnojené varianty. Lúčne a pasienkové miešanky mali nižší obsah horčíka ako pôvodný porast.

Graf 7 Obsah organických a minerálnych látok v sušine (g.kg^{-1}), rok 2014



Obsah minerálnych a organických látok v priemere kosieb roku 2015 uvádza tabuľka 32. Na nehnojených variantoch v priemere kosieb bol najvyšší obsah dusíkatých látok na variante s dočasne intenzívnou d'atelinotravnou miešankou, $127,42 \text{ g.kg}^{-1}$ sušiny. Nehnojený variant mal koncentráciu dusíkatých látok na úrovni $123,82 \text{ g.kg}^{-1}$ sušiny (graf 8). Varianty s miešankami pre potreby bioplynových staníc zabezpečili vyšší obsah dusíkatých látok ako varianty s lúčnymi miešankami. Najnižšia koncentrácia sa zaznamenala na variante s lúčnou miešankou do sucha ($100,62 \text{ g.kg}^{-1}$ sušiny). Hodnoty vlákniny sa pohybovali od $251,70$ do $278,32 \text{ g.kg}^{-1}$ sušiny. Najvyšší obsah fosforu sa zistil na variante s pasienkovou miešankou Grazemax $2,89 \text{ g.kg}^{-1}$ sušiny. Varianty s pasienkovými miešankami Grazemax a bez Festulolii poskytli vyššiu koncentráciu fosforu a draslíka v porovnaní s inými prisievanými variantmi. Pôvodný trávny porast mal vyššiu koncentráciu draslíka ($15,84 \text{ g.kg}^{-1}$ sušiny) ako väčšina prisievaných porastov. Koncentrácia sodíka ($0,98 \text{ g.kg}^{-1}$ sušiny) bola najnižšia na pôvodnom poraste. Najvyššia koncentrácia sodíka $3,94 \text{ g.kg}^{-1}$ sušiny sa zistila na variante so silážnou zmesou – vytrvalou do vlhkých podmienok (graf 9).



Pôvodný porast a pasienková miešanka

Tabuľka 32 Obsah organických a minerálnych látok v sušine (g.kg⁻¹), rok 2015 (priemer kosieb)

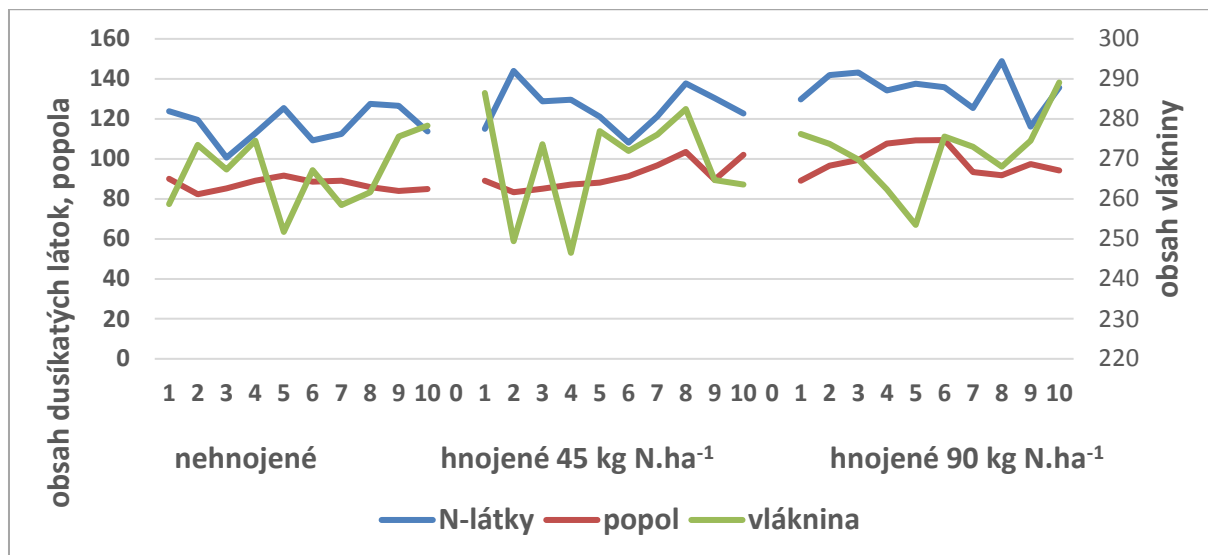
Hnojenie	Variant	NL	Popol	Vláknina	P	K	Na	Ca	Mg
1*	1.	123,82	90,01	258,66	2,82	15,84	0,98	12,85	3,83
	2.	119,56	82,30	273,48	2,64	14,65	1,71	12,46	4,09
	3.	100,62	85,28	267,37	2,31	14,89	2,04	10,12	4,45
	4.	112,74	89,10	274,56	2,73	14,50	1,80	9,63	4,28
	5.	125,46	91,57	251,70	2,89	15,55	1,80	10,03	4,39
	6.	109,26	88,59	267,21	2,68	14,19	1,73	9,72	4,08
	7.	112,51	89,00	258,48	2,80	16,71	1,40	11,90	3,80
	8.	127,42	85,84	261,68	2,71	14,56	1,79	11,20	4,70
	9.	126,52	83,98	275,54	2,74	14,85	1,44	9,89	4,19
	10.	113,73	84,93	278,32	2,59	15,43	3,94	10,56	4,54
2	1.	115,05	89,07	286,48	2,84	14,68	1,18	9,94	3,69
	2.	144,05	83,24	249,40	2,85	14,57	1,50	11,25	4,30
	3.	128,74	85,13	273,69	2,67	14,26	1,52	10,36	3,90
	4.	129,54	87,22	246,50	2,41	14,82	1,55	12,00	4,31
	5.	121,08	88,09	276,96	2,57	15,24	2,17	10,19	3,55
	6.	108,18	91,33	271,96	2,65	15,23	2,44	9,90	3,20
	7.	121,19	96,71	276,07	3,00	15,47	1,77	11,52	3,21
	8.	137,70	103,45	282,49	2,79	14,24	2,10	13,12	4,09
	9.	130,40	89,49	264,68	2,90	14,42	1,95	11,90	3,56
	10.	122,76	102,05	263,59	2,59	15,94	1,03	12,43	3,94
3	1.	129,65	89,13	276,25	2,64	15,63	1,38	10,77	3,74
	2.	141,93	96,57	273,73	2,65	15,81	0,88	12,22	3,82
	3.	143,11	99,48	269,83	2,96	14,69	1,98	13,84	4,42
	4.	134,25	107,61	262,40	2,74	16,79	1,44	12,31	3,83
	5.	137,49	109,27	253,50	2,89	16,41	1,35	15,79	4,14
	6.	135,82	109,40	275,57	3,00	16,10	1,77	11,26	3,35
	7.	125,37	93,31	273,02	2,89	16,07	1,69	11,24	3,55
	8.	148,87	91,80	268,03	3,16	13,92	2,19	11,74	4,16
	9.	116,10	97,32	274,57	2,33	13,22	1,79	10,44	3,76
	10.	135,57	94,14	289,09	2,99	16,53	1,35	8,97	3,68

*Poznámka : hnojenie 1 – 0 kg N.ha⁻¹, 2 – 45 kg N.ha⁻¹, 3 – 90 kg N.ha⁻¹, NL – dusíkaté látky, P – fosfor, K – draslík, Na – sodík, Ca – vápnik, Mg – horčík

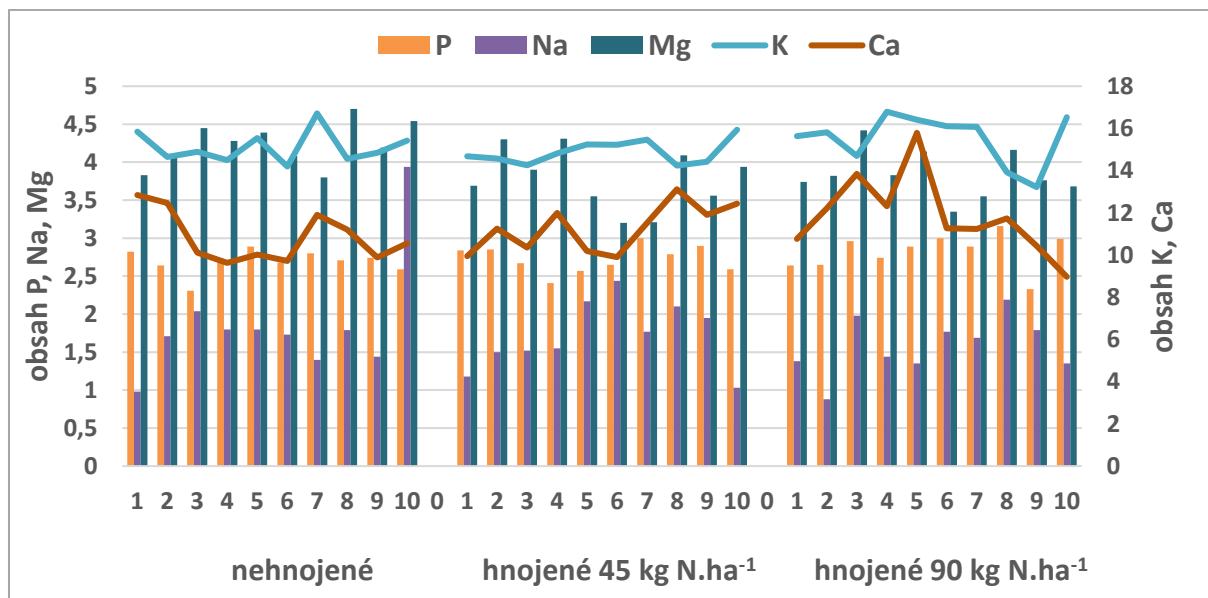
Pasienkové miešanky mali obsah sodíka vyšší ako porasty s miešankami pre potreby lúčneho využitia. Pôvodný porast sa vyznačoval aj najvyššou koncentráciou vápnika (12,85 g.kg⁻¹ sušiny). Lúčna miešanka do vlhka dosiahla v porovnaní s ostatnými miešankami vyšší obsah vápnika (12,46 g.kg⁻¹ sušiny). Ďalej nasledovala pasienková miešanka bez Festulolii. Tu sme zaznamenali aj najnižšiu koncentráciu horčíka 3,80 g.kg⁻¹ sušiny. Tento obsah bol porovnateľný s obsahom horčíka

v pôvodnom poraste (graf 10). Vyššiu koncentráciu horčíka nad $4,00 \text{ g.kg}^{-1}$ sušiny poskytl aj miešanky pre potreby bioplynových staníc a lúčneho využitia.

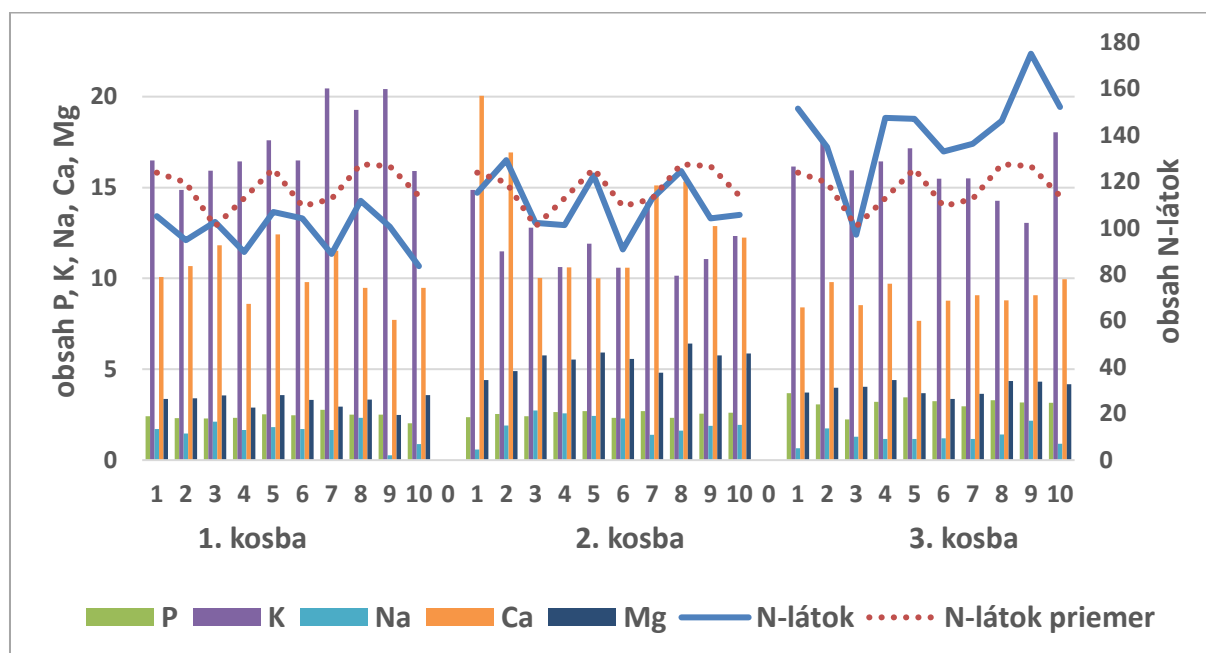
Graf 8 Obsah dusíkatých látok, popola a vlákny v sušine (g.kg^{-1}), rok 2015 (priemer kosieb)



Graf 9 Obsah fosforu, sodíka, horčíka, draslíka a vápnika v sušine (g.kg^{-1}), rok 2015 (priemer kosieb)



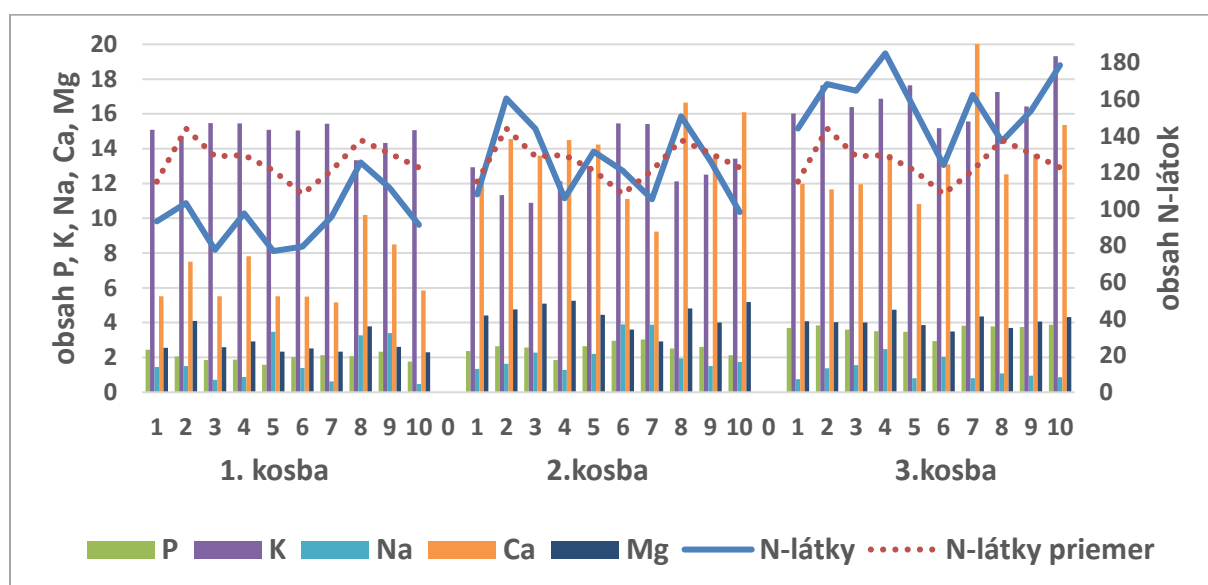
Graf 10 Obsah organických a minerálnych látok v kosbách roku 2015 – nehnojené porasty



Vplyv aplikácie digestátu v dávke 45 kg N.ha⁻¹ sa prejavil na vyššom obsahu dusíkatých látok, fosforu, sodíka a vápnika (tab. 32). Najvyšší obsah dusíkatých látok v priemere kosieb, 144,05 g.kg⁻¹ sušiny, sa zistil na variante s lúčnou miešankou do vlhka. Obsah dusíkatých látok na úrovni 122,76 až 137,70 g.kg⁻¹ sušiny mali miešanky pre potreby BPS. Varianty s pasienkovými miešankami mali koncentráciu najnižšiu. Obsah vlákniny sa pohyboval od 246,50 do 286,48 g.kg⁻¹ sušiny. Pri porovnaní s nehnojenými variantmi boli hodnoty vyššie, okrem variantov s lúčnou zmesou Meadowmax a silážnymi zmesami. Najvyšší obsah fosforu (3,00 g.kg⁻¹ sušiny) sa zistil na variante s pasienkovou miešankou bez Festulolií. Lúčne miešanky poskytli koncentráciu fosforu od 2,41 g.kg⁻¹ do 2,85 g.kg⁻¹ sušiny a miešanky pre potreby bioplynových staníc od 2,59 do 2,90 g.kg⁻¹ sušiny. Vplyvom aplikácie digestátu sa obsah fosforu zvýšil pri miešanke bez Festulolií v porovnaní s jej nehnojenou variantou (3,00 g.kg⁻¹ sušiny). Vyššie hodnoty draslíka sa zistili na variantoch s pasienkovými miešankami v porovnaní s lúčnymi. Najvyššia koncentrácia bola zaznamenaná na variante so silážnou zmesou do vlhkých podmienok (15,94 g.kg⁻¹ sušiny). Pri lúčnych miešankách do vlhka a do sucha obsah draslíka poklesol. Na variante s pasienkovou miešankou Govermax sa zaznamenala najvyššia koncentrácia sodíka 2,44 g.kg⁻¹ sušiny. Varianty pre potreby pasienkového využitia v porovnaní s nehnojenými, vplyvom aplikácie digestátu obsah sodíka zvýšili (graf 11). Lúčne miešanky mali takmer vyrovnaný obsah spomínaného prvku. Najnižšia koncentrácia sodíka bola na variante so silážnou zmesou (vytrvalá do vlhkých podmienok). V porovnaní s nehnojeným variantom to predstavuje zníženie o 2,91 g.kg⁻¹ sušiny. Miešanky pre potreby bioplynových staníc poskytli vyšší obsah vápnika ako ostatné prisievané varianty. Najvyšší obsah vápnika 13,12 g.kg⁻¹ sušiny sa zistil na variante

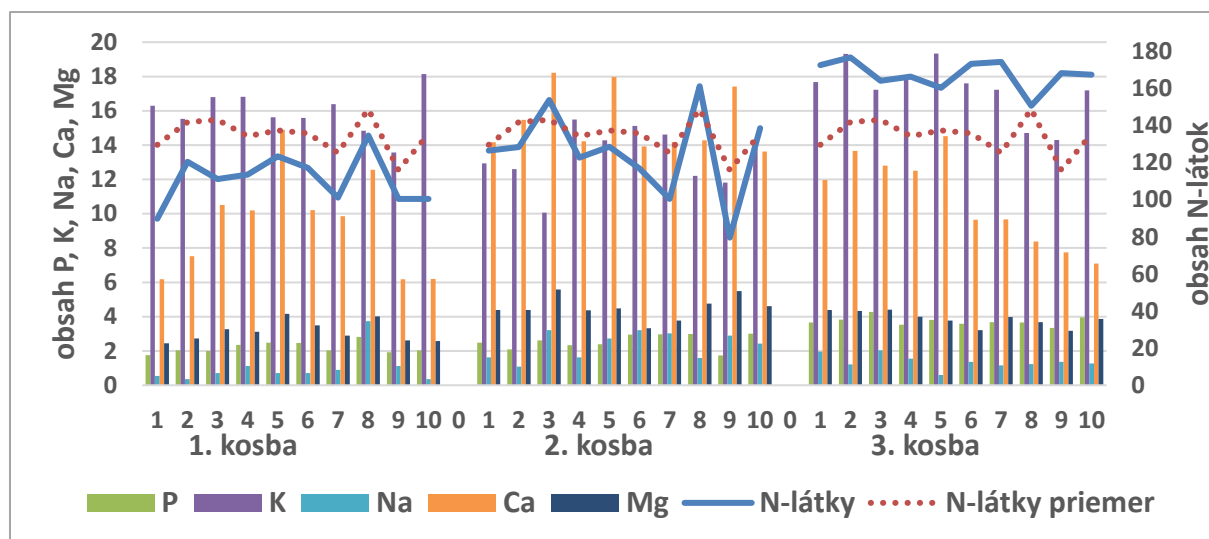
s ĎTM. Koncentrácia vápnika a horčíka vplyvom použitia digestátu bola najnižšia na variantoch s pasienkovými mieškami. Obsah horčíka sa vplyvom hnojenia znížil, takmer na všetkých variantoch. Výnimku tvorili varianty s lúčnou mieškou do vlhka a lúčnou zmesou so 17 % podielom leguminóz.

Graf 11 Obsah organických a minerálnych látok v kosbách roku 2015 – hnojené porasty v dávke 45 kg N.ha⁻¹



Vplyv aplikácie digestátu v dávke 90 kg N.ha⁻¹ sa taktiež prejavil na koncentracii sledovaných parametrov a prvkov – dusíkaté látky, fosfor, draslík a vápnik v sušine nadzemnej fytohmoty. Varianty s pasienkovými mieškami mali vyšší obsah N-látok ako varianty hnojené nižšou dávkou digestátu. Na variante s mieškou pre BPS (ĎTM) sa zistil najvyšší obsah N-látok 148,87 g.kg⁻¹ sušiny. Pri porovnaní s hnojenými variantmi s nižšou dávkou dusíka sa zistilo, že takmer všetky varianty poskytli vyšší obsah dusíkatých látok, čo sa aj štatisticky preukazuje ($P < 0,05$) potvrdilo (tab. 33). Výnimku predstavuje len variant so silážnou zmesou (dočasný) kde došlo k výraznejšiemu poklesu dusíkatých látok (graf 12). Najnižšiu koncentráciu vlákniny 253,50 g.kg⁻¹ sušiny zabezpečil variant s pasienkovou mieškou Grazemax. Obsah fosforu bol najvyšší na variante s ďatelinotravnou mieškou, hodnota 3,16 g.kg⁻¹ sušiny. Hnojenie vyššou dávkou digestátu podporilo zvýšenie obsahu fosforu pri pasienkových mieškách vytrvalých, pri lúčnych a pri dočasne intenzívnej v porovnaní s nižšou dávkou hnojenia. Lúčne a pasienkové miešanky hnojené vyššou dávkou digestátu mali vyššie hodnoty obsahu draslíka ako varianty hnojené nižšou dávkou, ale bez signifikantného vplyvu. Pri silážnych zmesiach sme zaznamenali pokles uvedeného prvku (13,22 a 13,92 g.kg⁻¹ sušiny). Nadbytok draslíka v nadzemnej fytohmote súvisí s jeho vyšším obsahom v pôde, tak ako uvádza Novák (2008). Obsah sodíka sa pohyboval v rozpätí od 0,88 g.kg⁻¹ sušiny do 2,19 g.kg⁻¹ sušiny. Na hnojených variantoch s lúčnymi mieškami bol obsah sodíka nižší ako na nehnojených variantoch. Vyššia dávka digestátu jeho koncentráciu nezvyšovala.

Graf 12 Obsah organických a minerálnych látok v kosbách roku 2015 – hnojené porasty v dávke 90 kg N.ha⁻¹



Pri porovnaní s nehnojenými variantmi sa zistila väčšia koncentrácia vápnika takmer na všetkých variantoch, čo sa aj štatisticky preukazuje ($P < 0,05$) potvrdilo. Najvyšší obsah vápnika mal variant s miešankou Grazemax a najnižší silážna zmes pre BPS (vytrvalá). Varianty s miešankami pre potreby lúčneho a pasienkového využitia poskytli vyšší obsah vápnika ako varianty hnojené nižšou dávkou digestátu. Došlo k poklesu uvedeného prvku pri miešankách určených pre bioplynové stanice. Obsah horčika klesol v porovnaní s nehnojenými variantami. Na variante s lúčnou miešankou do sucha sa zistil najvyšší obsah 4,42 g.kg⁻¹ sušiny. Pokles koncentrácie horčika sme zaznamenali na variantoch s miešankami pre potreby pasienkového využitia a silážnymi zmesami. Hnojenie malo signifikantný ($P < 0,05$) vplyv na obsah dusíkatých látok, vápnika a horčika. Zaznamenali sme aj preukazný vplyv ($P < 0,05$) roku 2014 na obsah P a Mg, pričom rok 2015 mal signifikantný vplyv ($P < 0,05$) na obsah draslíka. Na koncentráciu dusíkatých látok, fosforu, draslíka, vápnika a horčika mal signifikantný ($P < 0,05$) vplyv tretej kosby (tab. 33 a 34).

Tabuľka 33 Vplyv faktorov na obsah dusíkatých látok v sušine trávneho porastu

Zdroj variability	SS	Df	MS	F	P
Rok	4,12308	1	4,12308	0,02	0,8963
Hnojenie	4567,21	2	2283,6	9,46	0,0000
Kosba	44740,9	2	22370,4	92,63	0,0000
Variant	3623,15	9	402,572	1,67	0,1078

SS – suma štvorcov, Df – stupeň voľnosti, MS – priemerný štvorec, F – vypočítaná hodnota, P – preukaznosť

Tabuľka 34 Vplyv rokov, kosby a hnojenia na kvalitatívne parametre

		N-látky	Fosfor	Draslík	Vápnik	Horčík	Sodík
		g.kg ⁻¹					
Rok	2014	126,95 ^a	3,52 ^b	12,49 ^a	9,72 ^a	7,27 ^b	3,53 ^a
	2015	125,55 ^a	2,74 ^a	15,17 ^b	11,32 ^a	3,95 ^a	2,62 ^a
Kosba	1	102,07 ^a	2,58 ^a	14,74 ^b	7,96 ^a	4,72 ^a	1,89 ^a
	2	120,83 ^b	2,92 ^b	11,41 ^a	13,30 ^c	6,48 ^b	2,60 ^a
	3	155,86 ^c	3,88 ^c	15,34 ^b	10,29 ^b	5,63 ^b	4,74 ^a
Hnojenie	1	118,23 ^a	3,10 ^a	13,79 ^a	11,23 ^b	5,11 ^a	4,42 ^a
	2	125,41 ^a	3,08 ^a	13,52 ^a	9,27 ^a	6,22 ^b	2,77 ^a
	3	135,19 ^b	3,21 ^a	14,17 ^a	11,06 ^{ab}	5,50 ^{ab}	2,00 ^a

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

5.3.6.Výživná hodnota fytomasy

Na základe požiadaviek potrieb živín pre štandardnú dojnú (Sommer a kol., 1994), o živej hmotnosti 600 kg s dennou produkciou mlieka 25 l v druhej tretine laktácie, boli zistené hodnoty netto energie laktácie (NEL) a skutočne stráviteľných dusíkatých látok (PDI) na požadovanej úrovni. Pred založením pokusu mal pôvodný trávny porast hodnotu metabolizovateľnej energie (ME) na úrovni 9,19 MJ.kg⁻¹ sušiny (tab. 34). Hodnota netto energie laktácie (NEL) bola 5,11 MJ.kg⁻¹ sušiny a netto energie výkrmu (NEV) 5,36 MJ.kg⁻¹ sušiny. Na začiatku vegetácie v roku 2014 (odburiňovacia kosba) pôvodný trávny porast poskytol vyššie hodnoty ME, NEL aj NEV ako prisievavý porast, aj keď rozdiely boli minimálne (tab. 35). Hodnoty netto energie výkrmu pri porastoch však boli na nízkej úrovni, neprekročili hranicu 5 MJ.kg⁻¹ sušiny. Obsah skutočne stráviteľných dusíkatých látok (PDI) bol vysoký, hodnota PDIN bola na úrovni 100,31 až 110,25 g.kg⁻¹ sušiny. To boli najvyššie hodnoty za celé sledované obdobie.

Tabuľka 34 Obsah výživných hodnôt v sušine, rok 2013

ME*	NEL	NEV	PDIE	PDIN	BNLV	SOH
MJ.kg ⁻¹			g.kg ⁻¹			
9,19	5,11	5,36	80,16	65,51	453,56	606,17

*Poznámka : ME – metabolizovateľná energia, NEV – netto energia výkrmu, NEL – netto energia laktácie, PDI (PDIE a PDIN) – skutočne stráviteľné dusíkaté látky v tenkom čreve, SOH – stráviteľnosť organickej hmoty



Porast na jeseň 2015

Tabuľka 35 Obsah výživných hodnôt v sušine, rok 2014

Porast	ME*	NEL	NEV	PDIE	PDIN	BNLV	SOH
	MJ.kg ⁻¹			g.kg ⁻¹			
Pôvodný	9,12	5,28	4,98	92,46	100,31	431,06	601,40
Prisievavý	9,00	5,23	4,96	84,49	110,25	428,68	593,55

*Poznámka : ME – metabolizovateľná energia, NEV – netto energia výkrmu, NEL – netto energia laktácie, PDI (PDIE a PDIN) – skutočne stráviteľné dusíkaté látky v tenkom čreve, SOH – stráviteľnosť organickej hmoty

Obsah parametrov výživnej hodnoty v sušine nehnojených porastov uvádza tabuľka 36. Pôvodný trávny porast v prvej produkčnej kosbe dosiahol nižšie hodnoty (okrem BNLV) ako porast na začiatku vegetácie. Podľa Holúbeka a kol. (2007) je prijateľné rozpätie metabolizovateľnej energie v 1 kg sušiny od 9,00 do 12,00 MJ.kg⁻¹ a skutočne stráviteľnej organickej hmoty 64 až 77 %. Nami zistené hodnoty vo väčšine prípadov prisievavých porastov neprekročili hranicu 9 MJ.kg⁻¹ sušiny. Výnimku predstavuje len lúčna zmes Meadovmax (9,17 MJ.kg⁻¹) a silážna zmes – dočasný trávny porast (9,11 MJ.kg⁻¹). Dočasná intenzívna ďatelinotrávna miešanka (Cutmax) mala najvyššie hodnoty metabolizovateľnej energie, netto energie laktácie a výkrmu (tab. 36).

Tabuľka 36 Obsah výživných hodnôt v sušine - nehnojené porasty, rok 2014

Variant	ME*	NEL	NEV	PDIE	PDIN	BNLV	SOH
	MJ.kg ⁻¹			g.kg ⁻¹			
1.	8,68	5,05	4,79	76,03	65,50	454,09	572,74
2.	8,57	5,01	4,79	70,86	70,31	434,35	565,01
3.	8,98	5,25	5,02	72,84	69,66	456,62	592,19
4.	9,17	5,38	5,18	69,79	54,00	506,95	604,86
5.	8,94	5,20	4,92	74,28	60,69	465,27	589,75
6.	8,87	5,17	4,91	70,05	49,73	486,05	585,20
7.	8,85	5,16	4,90	69,95	49,54	479,44	584,00
8.	9,65	5,71	5,58	73,21	58,27	518,97	636,41
9.	9,11	5,31	5,07	77,71	61,62	499,58	600,69
10.	8,90	5,16	4,88	77,34	69,85	459,84	586,73

*Poznámka : ME – metabolizovateľná energia, NEV – netto energia výkrmu, NEL – netto energia laktácie, PDI (PDIE a PDIN) – skutočne stráviteľné dusíkaté látky v tenkom čreve, SOH – stráviteľnosť organickej hmoty

Prijateľné rozpätie NEL v 1 kg sušiny je od 4,30 do 6,50 MJ.kg⁻¹. Všetky nami zistené hodnoty boli v danom rozpätí. Hodnota NEL bola v rozpätí od 5,01 do 5,71 MJ.kg⁻¹. Miešanky pre potreby pasienkového využitia mali hodnoty NEV pod hranicou 5 MJ.kg⁻¹ sušiny. Hodnoty PDIN boli najnižšie na variante pri pasienkovej miešanke Covermax a pri miešanke bez Festulolií. Pri hodnotení skutočne stráviteľnej organickej hmoty sa odporúča prijateľné rozpätie 64 až 77 %. Ani v jednom prípade sme uvedené rozpätie nedosiahli.

Výživné hodnoty v sušine porastov hnojených vyhnutým substrátom uvádzame v tabuľke 37. Pôvodný hnojený trávny porast mal vyššie parametre výživných hodnôt ako nehnojený. Výnimku predstavuje len hodnota PDIN 60,82 g.kg⁻¹ sušiny. V celkovom porovnaní najnižšie hodnoty metabolizovateľnej energie, netto energie laktácie aj výkrmu dosiahli miešanky pre potreby pasienkového využitia.



Porasty ku koncu vegetácie

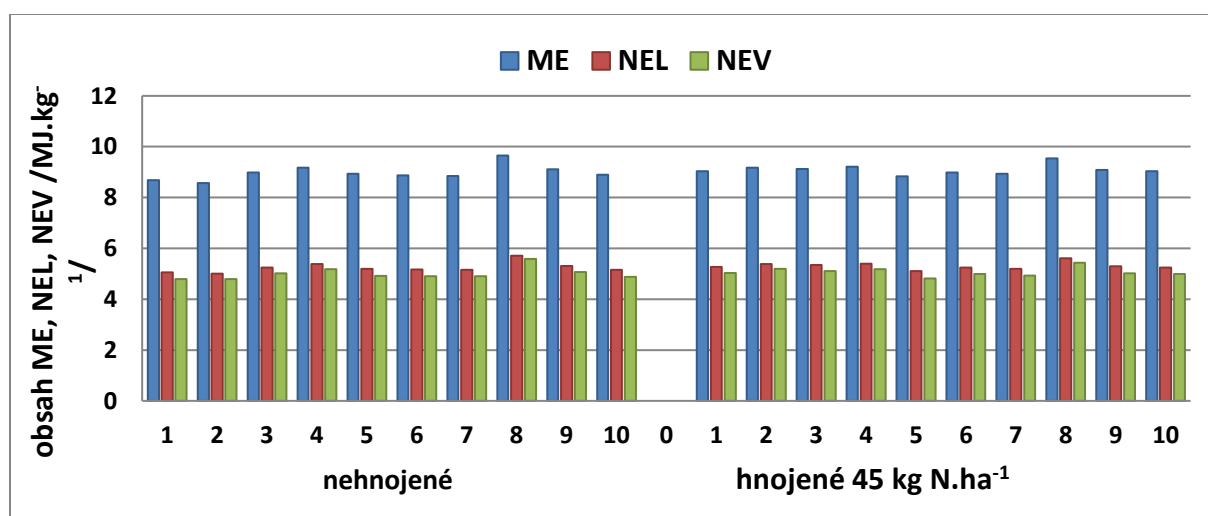
Tabuľka 37 Obsah výživných hodnôt v sušine - hnojené porasty, rok 2014

Variant	ME*	NEL	NEV	PDIE	PDIN	BNLV	SOH
	MJ.kg ⁻¹			g.kg ⁻¹			
1.	9,04	5,27	5,03	76,80	60,82	484,32	596,23
2.	9,17	5,38	5,19	69,46	53,41	506,91	604,69
3.	9,13	5,34	5,11	69,64	56,31	518,37	602,04
4.	9,21	5,39	5,18	74,09	70,97	493,85	607,45
5.	8,83	5,11	4,82	71,37	55,47	514,37	582,14
6.	8,99	5,24	4,99	73,01	55,99	503,64	593,02
7.	8,93	5,19	4,93	74,06	62,32	487,09	589,11
8.	9,54	5,61	5,44	75,96	72,72	517,98	628,85
9.	9,09	5,29	5,02	80,74	70,35	498,58	599,79
10.	9,03	5,25	4,99	77,55	67,30	595,50	518,28

*Poznámka : ME – metabolizovateľná energia, NEV – netto energia výkrmu, NEL – netto energia laktácie, PDI (PDIE a PDIN) – skutočne stráviteľné dusíkaté látky v tenkom čreve, SOH – stráviteľnosť organickej hmoty

Pri dočasnej intenzívnej d'atelinotrávnej miešanke (Cutmax) boli hodnoty najvyššie, tak ako pri jej nehnojenom variante. Hodnota ME bola na úrovni 9,54 MJ.kg⁻¹, NEV na 5,61 MJ.kg⁻¹ a hodnotu 5,44 MJ.kg⁻¹ sušiny mala netto energia výkrmu. Vysoké hodnoty dosiahli aj varianty s mieškami pre lúčne využitie (graf 13). Metabolizovateľná energia bola v rozpätí od 9,13 do 9,21 MJ.kg⁻¹ sušiny. Miešanky pre potreby bioplynových staníc dosiahli najvyššie hodnoty skutočne stráviteľných dusíkatých látok (PDIE).

Graf 13 Obsah výživných hodnôt v sušine v roku 2014



V roku 2015 v priemere kosieb (tab. 38) bol obsah metabolizovateľnej energie na nehnojených variantoch nad úrovňou 9 MJ.kg^{-1} . Varianty s miešankami pre potreby BPS mali vyššie hodnoty metabolizovateľnej energie, netto energie laktácie a netto energie výkrmu ako ostatné varianty. Najvyššie hodnoty ME ($9,11 \text{ MJ.kg}^{-1}$), NEL ($5,31 \text{ MJ.kg}^{-1}$) a NEV ($5,07 \text{ MJ.kg}^{-1}$) sa dosiahli na variante s ĎTM, čo sa aj štatisticky preukazuje ($P < 0,05$) potvrdilo (tab. 39). Pasienkové miešanky poskytli najnižšie hodnoty, aj keď v prijateľnom rozpätí. Hodnoty skutočne stráviteľných organických látok v tenkom čreve (PDIE) sa pohybovali v rozpätí od $75,79 \text{ g.kg}^{-1}$ do $82,48 \text{ g.kg}^{-1}$. Vyššie hodnoty sa zistili na variantoch s miešankami pre potreby bioplynových staníc. Naopak, na týchto variantoch sa dosiahli najnižšie hodnoty BNLV. Stráviteľná organická hmota bola najvyššia na variante so silážnou zmesou – dočasná vytrvalá. Podľa Holúbeka a kol. (2007) so zvyšovaním stráviteľnosti organickej hmoty na 70 % podľa formy využitia sa zvyšuje aj koncentrácia energie NEL na 6 MJ.kg^{-1} sušiny. Variant s miešankou Cutmax, určenou pre BPS, mal vyššie hodnoty metabolizovateľnej energie, netto energie laktácie a netto energie výkrmu ako ostatné varianty vplyvom hnojenia digestátu v dávke 45 kg N.ha^{-1} . Hodnoty pod 9 MJ.kg^{-1} vykazovali varianty s pasienkovými miešankami a varianty so silážnymi zmesami. Pri porovnaní s nehnojenými variantmi boli hodnoty metabolizovateľnej energie, netto energie laktácie a výkrmu na nižšej úrovni. Uvedené rozpätie (64 až 77 %) pri hodnotách stráviteľnej organickej hmoty sme nedosiahli ani na jednom variante. Vyššie hodnoty mali lúčne miešanky a miešanky pre potreby bioplynových staníc.



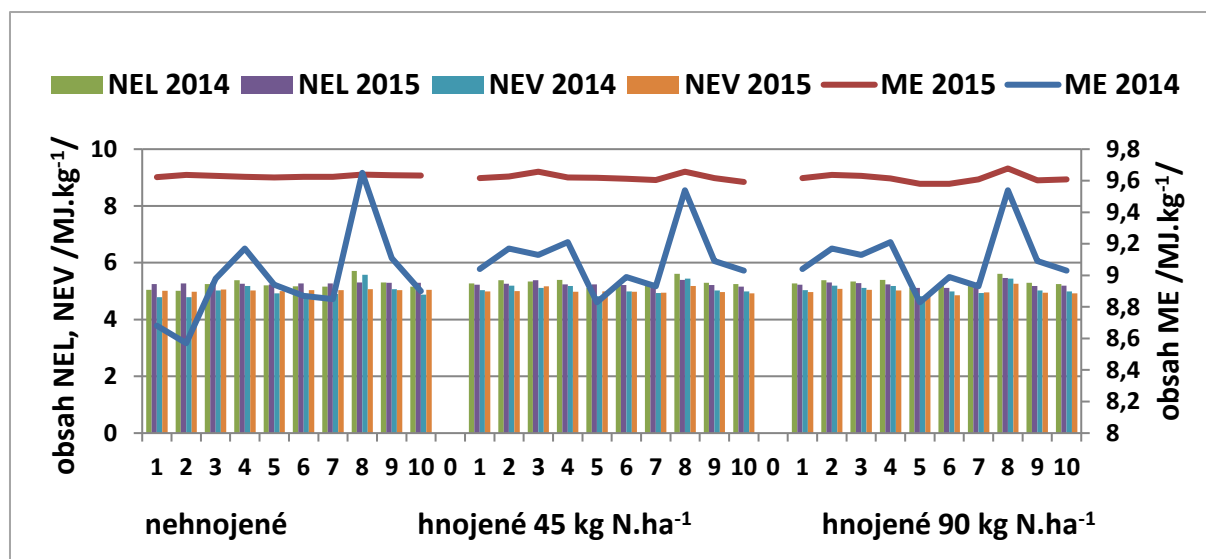
Jeseň 2015

Tabuľka 38 Obsah výživných hodnôt v sušine (g.kg⁻¹) – priemer kosieb 2015

Hnojenie*	Variant	ME	NEL	NEV	PDIE	PDIN	BNLV	SOH
		MJ.kg ⁻¹			g.kg ⁻¹			
1*	1.	9,02	5,25	5,01	81,30	78,19	497,57	417,69
	2.	9,09	5,27	4,98	80,07	75,43	515,73	420,18
	3.	9,06	5,29	5,06	75,79	63,50	510,85	419,62
	4.	9,03	5,26	5,02	78,59	71,21	488,75	414,90
	5.	9,00	5,24	5,00	81,36	79,21	499,54	417,90
	6.	9,03	5,27	5,03	78,12	69,04	501,38	418,89
	7.	9,03	5,27	5,03	78,55	71,02	509,37	415,88
	8.	9,11	5,31	5,07	79,63	80,00	489,53	420,72
	9.	9,08	5,29	5,04	82,48	79,95	477,54	420,88
	10.	9,07	5,29	5,05	79,23	71,82	490,93	415,19
2	1.	8,98	5,23	4,99	81,85	73,07	479,99	592,10
	2.	9,04	5,26	5,00	89,43	91,49	491,26	595,89
	3.	9,21	5,38	5,17	82,94	81,12	482,15	606,90
	4.	9,00	5,24	4,98	85,22	82,28	502,22	593,31
	5.	8,99	5,24	4,99	83,29	76,90	482,58	592,74
	6.	8,96	5,22	4,98	79,64	68,71	495,85	590,63
	7.	8,91	5,19	4,95	83,09	76,97	477,86	587,14
	8.	9,21	5,39	5,18	81,17	86,21	439,25	606,86
	9.	8,98	5,22	4,97	85,46	82,82	482,55	591,83
	10.	8,85	5,16	4,92	83,19	77,97	483,64	583,66
3	1.	8,98	5,23	4,97	85,18	82,35	470,97	592,07
	2.	9,09	5,31	5,08	85,86	89,56	455,85	599,17
	3.	9,06	5,28	5,05	85,17	90,20	454,14	597,06
	4.	8,97	5,24	5,02	83,30	84,71	463,60	591,52
	5.	8,78	5,11	4,85	86,08	87,33	466,71	578,97
	6.	8,78	5,11	4,85	85,89	86,27	448,83	578,89
	7.	8,94	5,21	4,96	84,09	79,63	477,07	589,35
	8.	9,32	5,46	5,26	84,73	93,21	459,43	614,56
	9.	8,90	5,18	4,94	81,46	73,74	480,80	586,74
	10.	8,93	5,19	4,92	86,37	86,11	446,79	588,81

*Poznámka : hnojenie 1 (0 kg N.ha⁻¹), 2 (45 kg N.ha⁻¹), 3 (90 kg N.ha⁻¹), ME – metabolizovateľná energia, NEV – netto energia výkrmu, NEL – netto energia laktácie, PDI (PDIE a PDIN) – skutočne stráviteľné dusíkaté látky v tenkom čreve, SOH – stráviteľnosť organickej hmoty

Graf 14 Obsah metabolizovateľnej energie, netto energie laktácie a netto energie výkrmu



Nižšie hodnoty metabolizovateľnej energie, netto energie výkrmu a netto energie laktácie sme zistili na takmer všetkých variantoch hnojených digestátom v dávke 90 kg N.ha⁻¹ pri porovnaní s nehnojenými variantmi. Najvyššiu hodnotu ME 9,32 MJ.kg⁻¹ opäť vykazoval variant s ĎTM pre potreby BPS (graf 14). Uvedený variant mal aj najvyššie hodnoty netto energie výkrmu a laktácie, PDIN a SOH. Porasty s pasienkovými miešankami dosiahli nižšie hodnoty spomínaných ukazovateľov v porovnaní s nehnojenými variantmi. To isté platilo aj pri porovnaní s variantmi hnojenými nižšou dávkou digestátu. Pod hranicou 5 MJ.kg⁻¹ sušiny boli hodnoty NEV na variantoch s pasienkovými miešankami. Hodnoty PDIN sa zistili vyššie na porastoch prisievanými miešankami pre potreby lúčneho aj pasienkového využitia ako na nehnojených variantoch a variantoch hnojených nižšou dávkou digestátu, čo bolo štatisticky preukazne ($P < 0,05$) potvrdené. Pri porovnaní dávok hnojenia, lúčne miešanky s 18 a 17 %-ným podielom leguminóz a pasienkové miešanky Grazemax a Covermax dosiahli nižšiu hodnotu SOH ako varianty s vyššou dávkou hnojenia. Vplyv prvej kosby bol štatisticky preukazný ($P < 0,05$) pri obsahu metabolizovateľnej energie, netto energie laktácie a výkrmu. Hnojenie ako zdroj premenlivosti mal signifikantný vplyv na všetky parametre výživnej hodnoty v sušine, okrem ME, NEL a NEV (tab. 39).

Tabuľka 39 Vplyv rokov, kosby a hnojenia na výživné hodnoty porastov

		ME	NEL	NEV	PDIE	PDIN	BNLV	SOH
		MJ.kg ⁻¹			g.kg ⁻¹			
Rok	2014	8,94 ^a	5,21 ^a	7,27 ^b	79,04 ^a	79,75 ^a	492,11 ^a	677,25 ^b
	2015	9,01 ^a	5,25 ^a	3,95 ^a	82,61 ^b	79,66 ^a	480,75 ^a	419,22 ^a
Kosba	1	9,04 ^b	5,28 ^a	4,72 ^a	76,62 ^a	64,51 ^a	479,24 ^a	549,62 ^a
	2	9,00 ^b	5,25 ^b	6,48 ^b	76,45 ^a	75,76 ^b	484,65 ^a	547,45 ^a
	3	8,89 ^a	5,15 ^b	5,63 ^b	89,41 ^b	98,85 ^c	495,39 ^a	548,41 ^a
Hnojenie	1	8,99 ^a	5,24 ^a	5,11 ^a	78,09 ^a	74,50 ^a	497,25 ^b	266,07 ^a
	2	8,99 ^a	5,24 ^a	6,22 ^b	81,37 ^b	79,27 ^a	493,95 ^b	657,89 ^b
	3	8,94 ^a	5,20 ^a	5,50 ^{ab}	83,02 ^b	85,35 ^b	468,09 ^a	720,73 ^c

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



6. ZÁVERY A ODPORÚČANIA PRE APLIKÁCIU DIGESTÁTU V PRAXI

- neokysľuje pôdu – vhodný na kyslé pôdy, pri aplikácii digestátu 90 kg N.ha^{-1} preukazne zvyšuje pôdnu reakciu,
- podporuje lepšie využitie fosforu v pôde,
- digestát je predovšetkým pohotovostným zdrojom dusíka,
- na nehnojených variantoch dosiahla najvyššiu produkciu sušiny $6,1 \text{ t.ha}^{-1}$ silážna vytrvalá zmes pre potreby bioplynových staníc do vlhkých podmienok,
- na variantoch hnojených dávkou digestátu 45 kg N.ha^{-1} bola najvyššia produkcia sušiny $9,8 \text{ t.ha}^{-1}$ na variante s lúčnou miešankou do vlhka Meadowmax,
- pri vyššej dávke digestátu 90 kg N.ha^{-1} vykazovali všetky varianty vyššiu produkciu sušiny, najvyššia bola na variante s miešankou pre bioplynové stanice s dočasnou intenzívnou d'atelinotrávnou miešankou Cutmax 3 ($8,1 \text{ t.ha}^{-1}$),
- hnojené varianty dosiahli vyššiu koncentráciu organických a minerálnych látok.

Na základe našich získaných výsledkov možno konštatovať, že digestát je vhodný na hnojenie trvalých trávnych a revitalizovaných porastov. Jeho použitím sa uzavrie kolobeh živín v poľnohospodárskom podniku. Ukazuje sa, že digestát z bioplynových staníc je dobre vyvážené organické hnojivo so špecifickými pozitívnymi vlastnosťami a možno ho považovať za adekvátnu resp. rovnocennú alternatívu s maštalným hnojom.

7. LITERATÚRA

ALBURQUERQUE, J. A. - DE LA FUENTE, C. - CAMPOY, L. - NÁJERA, I. - BAIXAULI, C. - CARAVACA, F. - ROLDÁN, A. - CEGARRA, J. - BERNAL, M. P. 2012. Agricultural use of digestate for horticultural crop production and improvement of soil properties. *Eur J Agron*, vol. 43, pp. 119. doi : 128. doi:10.1016/j.eja.2012.06.001.

BACHMANN, S. - GROPP, M. - EICHLER-LÖBERMAN, B. 2014. Phosphorus availability and soil microbial activity in a 3 year field experiment amended with digested dairy slurry. *Biomass Bioenergy*. doi:10.1016/j.biombioe.2014.08.004.

BALSARI, P. - GIOELLI, F. - MENARDO, S. - PASCHETTA, E. 2010. The (re)use of mechanical separated solid fraction of digested or not digested slurry in anaerobic digestion plants. Proceedings of the 14th Ramiran International Conference. Lisboa, Portugal [online]. Dostupné: http://www.ramiran.net/index.php?page=14_ramiran.

BRAUN, R. 2002. Anaerobtechnologie für die mechanisch – biologische vorbehandlung von Restmüll und Klärschlamm, Wien: BMUJF, ISBN 3-901271-64-3.

CIGÁNEK, K. 2011. *Ověření účinnosti odlišných digestátů v různých systémech organického hnojení*: písomná práca k dizertačnej skúške. Brno: MU, 2011, 108 s.

DOSTÁL, J. - JAVOR, T. - HAJZLEROVÁ, L. 2016. *Digestát a jeho využitie v pícniáštví* [PDF dokument]. Získané z http://www.sptjs.cz/seminar/Dostal_2016.pdf. Zubří, 3. března, 2016.

DUFFKOVÁ, R. - MÜHLBACHOVÁ, G. - MATEJKA, J. - ZAJÍČEK, A. - KUSÁ, H. - FUČIK, P. - KÁŠ, M. - NOBILIS, L. - BARTOŠ, L. - FENDRYCH, B. 2016. *Metodický postup pro efektivní užití digestátu ze zemědělských bioplynových stanic* : Certifikovaná metodika. VÚMOP, v.v.i. : Praha, 2016, 64 s. ISBN 978-80-87361-62-7.

ERHART, E. - SIEGL, TH. - BONELL, M. - UNTERFRAUNER, H. - PETICZKA, R. - ABLEIDINGER, CHR. - HAAS, D. - HARTL, W. 2014. Fertilization with liquid digestate in organic farming-effects on humusbalance, soil potassium contents and soil physical properties. In EGU General Assembly Conference Abstracts, vol.16, pp.4419.

GALLOVIČ, P. 2015. Výroba bioplynu. In *Enviro.sk* [online] 2015-05-22. Dostupné : <https://www.enviro.sk/33/vyroba-bioplynu-uniqueidmRRWSbk196FPkyDafLfWAAAnHoBoU9LRpfIR8sOI3uS0YG2SXIR7jg/>.

GALVEZ, A. - SINICCO, T. - MARINO, L. - CAYUELA, M. L. - MINGORANCE, M. D. - MONDINI C. 2010: Short term effect of organic residues from bioenergy production on soil properties. Proceedings of the 14th Ramiran International Conference. Lisboa, Portugal. Databáze online [cit. 2011-03-15]. Dostupné na: http://www.ramiran.net/index.php?page=14_ramiran.

GARG, R. N. - PATHAK, H. - DAS, D. K. - TOMAR, R. K. 2005. Use of fly ash and biogas slurry for improving wheat yield and physical properties of the soil. *Environ Monit Assess*, vol. 107, pp.1-9. doi: doi:10.1007/s10661-005-2021-x.

GERNDTOVÁ, I. - ANDERT, D. 2008. Utilization of grass mixtures by anaerobic digestion. *Agritech Science* [online]. 2008, roč. 2, č. 1.

GONDA, Ľ. - KUNSKÝ, M. - KOVÁČIKOVÁ, Z. - JANČOVÁ, Ľ. 2010. Technologické spracovanie trávnej a d'atelinotrávnej fytomasy mokrým procesom na energetické účely : záverečná správa. Banská Bystrica : VÚTPHP, 32 s.

HERRMANN, A. 2013. Biogas production from Maize: Current state, challenges and Prospects. 2. Agronomic and Environmental Aspects. *Bioenerg. Res.* (2013) 6: 372. <https://doi.org/10.1007/s12155-012-9227-x>.

HOLLÁ, J. 2000. Využitie vyfermentovaného produktu pri výrobe bioplynu na úrodu kukurice siatej: písomná práca k dizertačnej skúške. Nitra: SPU, 2000, 20 s.

HOLÚBEK, R. - JANČOVÍČ, J. - GREGOROVÁ, H. - NOVÁK, J. - ĎURKOVÁ, E. - VOZÁR, Ľ. 2007. Krmovinnárstvo – manažment pestovania a využívania krmovín. 1. vyd. Nitra : SPU, 2007, 420 s. ISBN 978-80-8069-911-6.

HOPKINS, A. 2000. Herbage production. In HOPKINS, A. (ed.) *Grass: Its production and utilization*. 3rd edition. Oxford : Blackwell Science 2000, pp. 91-110, 2000. ISBN 0- 632-05017-9.

KOCOURKOVÁ, D. - MRKVIČKA, J. 2004. Alternatívni využití travní biomasy. *EKO – ekologie a společnost*, 15, 2004, č. 1.

KOŠÍK, L. - GADUŠ, J. 2007. Bioplyn z konského hnoja s kukuričnou silážou v procese anaeróbnej kofermentácie. In *Biom.cz*. [online] 2007-11-23. Dostupné: <http://biom.cz/index.shtml?=2058843>.

KOŠÍK, L. 2008. *Zhodnotenie možností produkcie bioplynu z energetických rastlín* : autoreferét dizertačnej práce. Nitra : SPU, 2008, 19 s.

KOVÁČIKOVÁ, Z. - VARGOVÁ, V. - GONDA, Ľ. 2010. *Využitie druhotného produktu z procesu kofermentácie biomasy vo výžive trávnych porastov* : záverečná správa za subetapu. Banská bystrica : VÚTPHP, 32 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.

KOVÁČIKOVÁ, Z. - VARGOVÁ, V. - MICHALEC, M. 2015. Floristické zloženie a zapojenosť rôznych typov miešaniek po aplikácii druhotného produktu z bioplynovej stanice. In *Lúkarstvo a pasienkarstvo na Slovensku*, roč. 9, č. 2, s. 23-27. ISSN 1337-589X.

LEŠTINA, J. 2011. Některé aspekty pěstování plodin pro výrobu bioplynu. Biom.cz [online] 2011-04-27. Dostupné: <http://biom.cz/cz/odborneclanky/nektre-aspekty-pestovani-plodin-pro-vyrobu-bioplynu>.

LIJÓ, L. - GONZÁLEZ-GARCÍA, S. – BACENETTI, J. – NEGRI, M. – FIALA, M. – FEIJOO, G. - TERESA MOREIRA, M. 2015. Environmental assessment of farm-scaled anaerobic co-digestion for bioenergy production. *Waste Management*, vol.41, 2015, pp.50–59. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2015.03.043>.

LOŠÁK, T. - DOSTÁL, J. - HLUŠEK, J. - ČERMÁK, P. 2017. Využití tekutých statkových a organických hnojiv ke hnojení zemědělských plodin. In *Kukuřice v praxi 2017*. 1. vyd. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2017, s. 32-44. ISBN 978-80-7509-471-1.

LOŠÁK, T. - DOSTÁL, J. 2018. Digestát vo výžive a hnojení repky. In *Naše pole*, roč. 22, č. 3, str.20-22. ISSN 1335-2466.

MAKÁDI, M. - SZEGI, T. - TOMÓCSIK, A. - OROSZ, V. - MICHÉLI, E. - FERENCZY, A. - POSTA, K. - BIRÓ, B. 2016. Impact of Digestate Application on Chemical and Microbiological Properties of Two Different Textured Soils. *Communications in soil science and plant Analysis*, vol. 47, no. 2, pp. 167-178. <http://dx.doi.org/10.1080/00103624.2015.1109652>

MATA - ALVAREZ, J. - DOSTA, J. - ROMERO-GÜIZA, M. S. - FONOLI, X. - PECES, M. - ASTALS, S. 2014. A critical review on anaerobic co-digestion achievements between 2010 and 2013. *Renew Sust Energ Rev*, 36:412-427.

MALOCH, M. 1953. *Krmovinárstvo*. II. diel. Bratislava : SPN, 1953. 616 s.

MICHALEC, M. - VARGOVÁ, V. - KOVÁČIKOVÁ, Z. 2017. Zapojenosť lúčnych a pasienkových miešaniek po aplikácii digestátu. In *Lúkarstvo a pasienkarstvo na Slovensku*, roč. 11, č. 2, s.41-45. ISSN 1337-589X.

NKOA, R. 2014. Agricultural benefits and environmental risks of soil fertilization with anaerobic digestates: a review. *Agron Sustain Dev*, vol.34, pp.473-492.

NOVÁK, J. 2008. *Pasienky, lúky a trávniky*. Prievidza : Patria I. spol. s r. o. , 2008, 708 s. ISBN 978-80-85674-23-1.

- PANČÍKOVÁ, J. 2016. Digestáty a jejich využití v zemědělství In *Uroda.cz* [online] 2016-06-06. Dostupné : <https://uroda.cz/digestaty-a-jejich-vyuziti-vzemedelstvi/>
- PETRÁKOVÁ, V. 2012. *Možnosti využitia digestátu z bioplynové stanice ve Žďáře nad Sázavou* : diplomová práce. Brno . Mendelova univerzita, 68 s.
- POSPÍŠIL, R. 2015. Digestát po výrobě bioplynu, ako organické hnojivo k poľným plodinám. In *Agroporadenstvo.sk*. [online] 2015-09-07. Dostupné : <http://www.agroporadenstvo.sk/oze-biomasa?article=708>
- POSPÍŠIL, R. 2016. Mení sa digestát na minerálne hnojivo? In *Roľnícke noviny*, č. 50 (14.12.2016), s. 14. ISSN 0231-6617.
- POSPÍŠIL, R. 2018. Aké sú dnes možnosti využitia digestátu. In *Roľnícke noviny*, č.4 (24. 1. 2018), str. 14. ISSN 0231-6617.
- POSPÍŠIL, R. - BITTER, J. 2001. Vplyv využitia vyhnitého kalu po výrobě bioplynu na úrodnosť pôdy. In *Naše pole*, roč. V, 2001, č.10, s. 35-37.
- ŠIMON, T. - KUNZOVÁ, E. - FRIEDLOVÁ, M. 2015. The effect of digestate, cattle slurry and mineral fertilization on the winter wheat yield and soil quality parameters. In *Plant Soil environ*, vol. 61, No. 11, pp. 522-527. doi: 10.17221/530/2015-PSE.
- SMATANOVÁ, M. 2012. Digestát jako organické hnojivo. In *Zemědělec*, roč. 20, č. 18, s. 21-22. ISSN 1211-3816.
- SOMMER, A. eds. 1994. Potreba živín a výživná hodnota krmív pre hovädzí dobytok, ovce a kozy. Nitra : VÚŽV, 1994, 113 s. ISBN 80-967057-1-7.
- SOMMER, S. G. - HUTCHINGS, N. J. 2001. Ammonia emissions from field applied manure and its reduction - invited paper. *Eur J Agron*, vol. 15, pp. 1-15. doi:10.1016/S11610301(01)00112-5.
- SVOBODA, N. - TAUBE, F. - WIENFORTH, B. - KLUB, CH. - KAGE, H. - HERMANN, A. 2013. Nitrogen leaching losses after biogas residue application to maize. *Soil Till Res*, vol. 130, pp.69-80. doi: [10.1016/j.still.2013.02.006](https://doi.org/10.1016/j.still.2013.02.006)
- ŠEVČÍKOVÁ, M. - ŠRAMEK, P. - FÁBEROVÁ, I. 2002. Klasifikátor – Trávy. Zubří: Oseva PRO s. r. o., 2002, s. 34.
- TILVIKIENE, V. - KADZIULIENE, Z. - DABKEVICIUS, Z. 2010. Effect of di-gestate application cocksfoot on biomass production and quality. In *Proceedings of the 14th Ramiran International Conference*. Lisboa, Portugal. [Dostupné online]. Dostupné na: http://www.ramiran.net/index.php?page=14_ramiran

UVÍROVÁ, V. 16.12.2015. Digestát ako zdroj organickej hmoty a živín.
<https://rno.sk/digestat-ako-zdroj-organickej-hmoty-a-zivin/>

VÁŇA, J. - SLEJŠKA, A. 1998. Bioplyn z rastlinnej biomasy. Praha : Ústav zemědělských a potravinářských informací : Studijní informace – rostlinná výroba 5/98, 1998, 14 s. ISBN 80-86153-92-4.

VARGA, L. - LOŠÁK, T. 2015. Použitie digestátov (biokalu) z BPS pri hnojení poľnohospodárskych plodín a možnosti ovplyvnenia rozkladných procesov pomocou bakteriálnych preparátov. In *Naše pole*, roč. 19, 2015, s. 30-31.

VARGOVÁ, V. – KOVÁČIKOVÁ, Z. - MICHALEC, M. 2015. Biokal – netradičné hnojivo pre TTP In *Roľnícke noviny*, č. 2 (13. 1. 2016), s. 7. ISSN 1335-440X

VARGOVÁ, V. - MICHALEC, M. - KOVÁČIKOVÁ, Z. 2016. Vplyv digestátu na vlastnosti pôdy trávneho porastu. In *Lúkarstvo a pasienkarstvo na Slovensku*, roč. 10, č. 2, s. 11-14. ISSN 1337-589X

VARGOVÁ, V. 2016. Hnojenie TTP druhotným produktom z BPS : Záverečná správa za subetapu. 1.vyd., Banská Bystrica: NPPC – Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva, 2016, 41 s.

VARGOVÁ, V. - KOVÁČIKOVÁ, Z. - MICHALEC, M. 2016. Digestát verzus trávne porasty In *Pícninářské listy*, roč.22, č. [1], s. 42-44. ISBN 978-80-87091-62-3

VARGOVÁ, V. - MICHALEC, M. - KOVÁČIKOVÁ, Z. 2017. Vplyv digestátu na produkciu a kvalitu prisievanych porastov. In *Pícninářské listy*, roč.23, č. [1], s. 42-45. ISBN 978-80-87091-70-8

WALSH, J. J. - JONES, D. L. – EDWARDS - JONES, G. - WILLIAMS, A. P. 2012. Replacing inorganic fertilizer with anaerobic digestate may maintain agricultural productivity at less environmental cost. *J. Plant Nutr Soil Sci*, vol. 175, pp.840-845.DOI: 10.1002/jpln.201200214.

WEILAND, P. 2010. Biogas production: current state and perspectives. 2010. *Appl Microbial Biotechnol*, vol. 85, pp. 849-860. doi: 10.1007/s00253-009-2246-7.

WOLF, U. - FUSS, R. - HÖPPNER, F. - FLESSA, H. 2014. Contribution of N₂O and NH₃ to total greenhouse gas emission from fertilization: results from a sandy soil fertilized with nitrate and biogas digestate with and without nitrification inhibitor. *Nutr Cycl Agroecosyst*, vol. 100, pp. 121-134.

PodĎakovanie

Tento materiál bol spracovaný z výsledkov riešenia Rezortného projektu výskumu a vývoja (RPVaV) na roky 2016 – 2018 „Komplexné systémy hospodárenia na trávnych porastoch“ a z výsledkov riešenia RPPaV na roky 2013 – 2015 „Udržateľné a efektívne systémy hospodárenia na trávnych porastoch“ .



Názov:	Využitie druhotného produktu z bioplynových staníc vo výžive trávnych porastov
Autori:	Ing. Zuzana Kováčiková, PhD. Ing. Vladimíra Vargová, PhD. Ing. Milan Michalec, CSc.
Recenzenti:	doc. Ing. Ladislav Varga, PhD. prof. Ing. Ladislav Ducsay, Dr.
Fotografie:	Ing. Vladimíra Vargová, PhD.
Vydanie:	prvé
Vydavateľ:	Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva Banská Bystrica
Rok vydania:	2018
Počet strán:	74, 3 AH
Tlač:	Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva Banská Bystrica
Formát:	A5
Náklad:	100 ks

Nepredajné

ISBN 978-80-89800-13-1

EAN 9788089800131



ISBN 978-80-89800-13-1