



~~_____~~

Dátum: 26. február 2021

Počet strán: 27

Počet príloh: 0

Technický záznam č. 4/2021

Nádobkové pokusy Hnojivá typu LAD s obsahom zeolitu

~~Vypracované na základe úlohovej ponuky číslo 19/2020/UV~~

Vypracoval:

Ing. Peter Kelemen, CSc.

vedúci Odboru organickej technológie VUCHT a.s.

Schvaľuje:

Ing. Milan Kučera, PhD.

riaditeľ úseku výskumu VUCHT a.s.

Obsah

Úvod	2
Diskusia k výsledkom.....	4
Výnosy plodiny	4
Vplyv zloženia hnojiva a dávky hnojiva na výnos plodiny	4
Vplyv kvality hnojiva, pôdy a závlahového režimu na výnos trávy.....	7
Absorpcia dusíka v plodine.....	12
Pokusy obmieňajúce dávku dusíka.....	12
Pokusy obmieňajúce závlahový režim a obsah zeolitu v pôde.....	14
Bilancie dusíka	17
Pokusy obmieňajúce dávku hnojiva	17
Pokusy obmieňajúce spôsob zavlažovania a obsah zeolitu v hnojive a v pôde	19
Závery	26

Úvod

Cieľom testov hnojív v nádobkách bolo zistiť rozsah vplyvu dávky zeolitu na nasledujúce parametre:

1. Schopnosť fixovať dusík v pôde a v plodine
2. Schopnosť optimalizovať odolnosť voči výkyvom pôdnej vlhkosti

Schopnosť fixovať dusík sa testoval s využitím nasledujúcej metodiky:

Hnojivo LAD sa aplikuje v 5 variantoch, ktoré sa budú líšiť dávkou celkového dusíka a/alebo obsahom zeolitu v hnojive a/alebo obsahom inhibítora nitrifikácie v hnojive.

- Variant 1 – porovnávací, v ďalšom texte označený ako V1
Hnojivo LAD 27 v dávke 180 kg N/ha, bez zeolitu, bez inhibítora nitrifikácie
- Variant 2, v ďalšom texte označený ako V2
Hnojivo LAD 24 so zeolitom v dávke 180 kg N/ha
- Variant 3, v ďalšom texte označený ako V3
Hnojivo LAD 27 s inhibítorom nitrifikácie v dávke 180 kg N/ha. Ako inhibítor nitrifikácie sa použila kyselina 2-(3,4 dimetyl 1- pyrazolo) jantárová.
- Variant 4, v ďalšom texte označený ako V4
Hnojivo LAD 24 so zeolitom v dávke 90 kg/ha
- Variant 5, v ďalšom texte označený ako V5
Hnojivo LAD 27 v dávke 90 kg N/ha

Každý variant sa testoval v troch paralelných testoch. V rámci testov sa testovali nasledujúce parametre:

- Obsah anorganického dusíka v pôde pred testami (amónna a dusičnanová forma)
- Obsah celkového dusíka v pôde pred testami.
- Obsah anorganického dusíka (amónna a dusičnanová forma) v pôde na konci testov (Melich III)
- Obsah celkového dusíka v plodine a pôde na konci testov,

- Obsah anorganického dusíka vo výluhoch (amónna a dusičnanová forma),
- Výnos plodiny

Schopnosť optimalizovať odolnosť voči výkyvom pôdnej vlhkosti sa testoval s využitím nasledujúcej metodiky:

Hnojivo LAD sa aplikovalo v 4 variantoch, ktoré sa budú líšiť obsahom zeolitu v hnojive a/alebo v pôde.

Pri každom variante sa aplikovali 2 závlahové režimy:

- 1: Rovnomerné polievanie každý tretí deň s mesačným úhrnom 100 mm
2. Výdatné zálievky každý desiaty deň s mesačným úhrnom 100 mm

Testy boli celkovo realizované v 8 podvariantoch nasledovne:

- Variant 1A - V ďalšom texte označený ako V1A

Hnojivo LAD 27 v dávke 180 kg dusíka/ha, rovnomerné zalievanie v množstve 100 mm/m² za mesiac

- Variant 1B - V ďalšom texte označený ako V1B

Hnojivo LAD 27 v dávke 180 kg dusíka/ha, tri jednorázové dávky vlahy za mesiac v celkovom úhrne 100 mm/ m².

- Variant 2A - V ďalšom texte označený ako V2A

Hnojivo LAD 24 so zeolitom v dávke 180 kg dusíka/ha rovnomerné zalievanie v množstve 100 mm/m² za mesiac

- Variant 2B - - V ďalšom texte označený ako V2B

Hnojivo LAD 24 so zeolitom v dávke 180 kg dusíka/ha, tri jednorázové dávky vlahy za mesiac v celkovom úhrne 100 mm.

- Variant 3A - - V ďalšom texte označený ako V3A

Hnojivo LAD 24 so zeolitom v dávke 180 kg dusíka/ha plus prídavok zeolitu do pôdy zodpovedajúci trojročnému používaniu hnojiva. Rovnomerné zalievanie v množstve 100 mm za mesiac

- Variant 3B - V ďalšom texte označený ako V3B

Hnojivo LAD 24 so zeolitom v dávke 180 kg dusíka/ha plus prídavok zeolitu do pôdy zodpovedajúci trojročnému používaniu hnojiva. Tri jednorázové dávky vlahy za mesiac v celkovom úhrne 100 mm.

- Variant 4A - V ďalšom texte označený ako V4A

Hnojivo LAD 24 so zeolitom v dávke 180 kg dusíka/ha plus prídavok zeolitu do pôdy zodpovedajúci šesťročnému používaniu hnojiva. Rovnomerné zalievanie v množstve 100 mm za mesiac.

- Variant 4B - V ďalšom texte označený ako V4B

Hnojivo LAD 24 so zeolitom v dávke 180 kg dusíka/ha plus prídavok zeolitu do pôdy zodpovedajúci šesťročnému používaniu hnojiva. Tri jednorázové dávky vlahy za mesiac v celkovom úhrne 100 mm

Každý podvariant sa realizoval v troch paralelných testoch. V rámci testov sa sledovali nasledujúce parametre:

- Obsah anorganického dusíka v pôde pred testami (amónna a dusičnanová forma)
- Obsah celkového dusíka v pôde pred testami.
- Obsah anorganického dusíka (amónna a dusičnanová forma) v pôde na konci testov (Melich III)
- Obsah celkového dusíka v plodine a pôde na konci testov,
- Obsah anorganického dusíka vo výluhoch (amónna a dusičnanová forma),
- Výnos plodiny

Diskusia k výsledkom

Výnosy plodiny

Vplyv zloženia hnojiva a dávky hnojiva na výnos plodiny

V období od 26.10 do 3.12. 2020 sa uskutočnilo päť zberov trávy. V prvých štyroch zberoch sa tráva strihala, v poslednom zbere sa vybrala aj s koreňmi. Tráva sa vysušila, odvážila a zo získaných hmotností sa definovala závislosť výnosov od množstva a kvality hnojiva.

Vplyv kvality hnojiva na výnos trávy pri dávke 180 kg dusíka na hektár

Spriemerované výnosy z troch paralelných pokusov sú uvedené v tabuľke (Tabuľka 1) a graficky zobrazené na obrázku (Obrázok 1). Z týchto údajov je vidieť, že prítomnosť zeolitu v hnojive sa pozitívne najviac prejavila pri druhom zbere. Vtedy sa zozbieralo o 0,3 g vysušenej trávy viac ako v pokusoch, kde sa aplikovalo hnojivo bez zeolitu. (Pokus V2 oproti V1). Pri ďalších zberoch boli výnosy nižšie a aj rozdiely vo výnosoch boli raz v prospech hnojiva so zeolitom a raz v prospech hnojiva bez zeolitu. Rozdiely vo výnosoch v neskorších zberoch postupne vykompenzovali vyšší výnos pri druhom zbere a kumulatívne výnosy trávy po poslednom zbere sa prakticky nelíšia. (Tabuľka 2, Obrázok 2)

Pri aplikácii hnojiva LAD s inhibítorom nitrifikácie sa v podmienkach pokusov V1 a V3 nepozoroval významný vplyv inhibítora nitrifikácie na výnos trávy. Výnosy v podmienkach variantu V3 boli pri jednotlivých zberoch raz vyššie a raz nižšie ako u variantu V1, čím sa rozdiely navzájom kompenzovali a celkový výnos je pri aplikácii inhibítora nitrifikácie v hnojive porovnateľný s výnosom bez inhibítora.

Tabuľka 1: Záznam priemerných výnosov trávy z jednotlivých zberov pri dávke dusíka 180 kg /ha

V1 – hnojivo LAD 27 bez zeolitu

V2 – hnojivo LAD 24 s obsahom zeolitu

V3 – hnojivo LAD 27 s inhibítorom nitrifikácie

Dátum zberu	26.10	2.11	9.11	16.11	3.12
V1	0,57	1,13	0,20	0,20	1,20
V2	0,53	1,40	0,30	0,10	1,00
V3	0,70	1,13	0,20	0,13	1,00

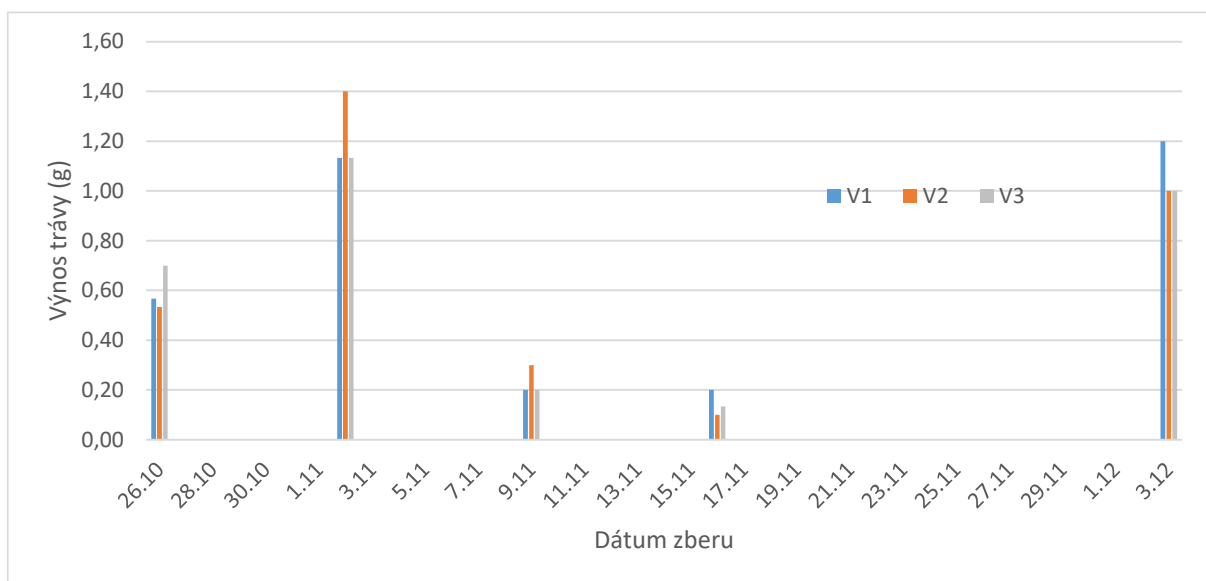
Tabuľka 2: Záznam kumulatívnych výnosov trávy pri dávke dusíka 180 kg /ha

V1 – hnojivo LAD 27 bez zeolitu

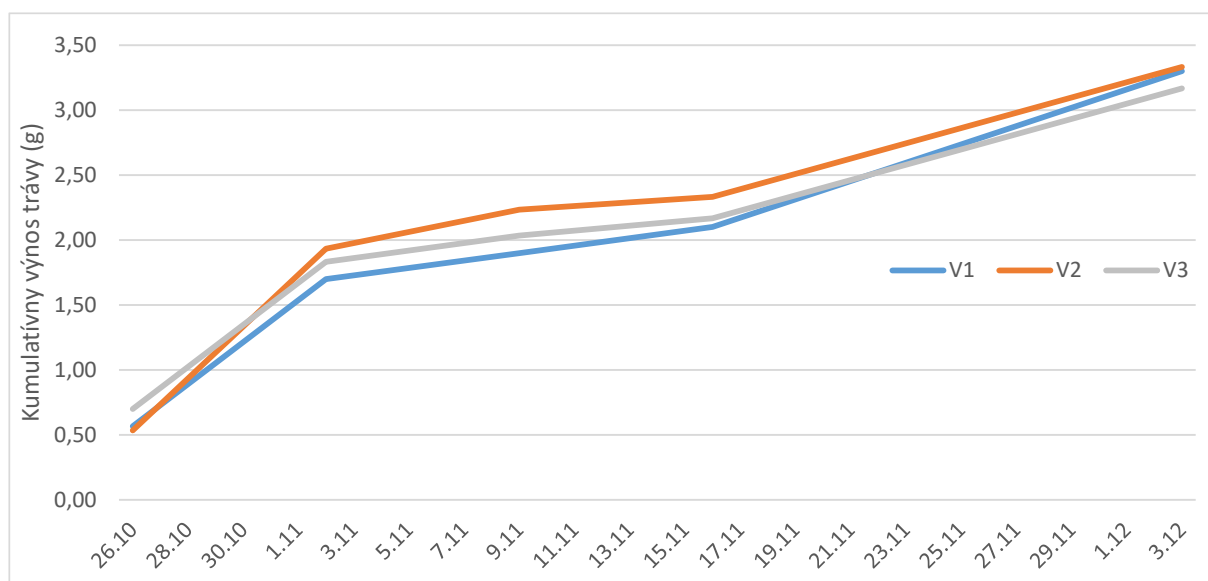
V2 – hnojivo LAD 24 s obsahom zeolitu

V3 – hnojivo LAD 27 s inhibítorom nitrifikácie

Dátum zberu	26.10	2.11	9.11	16.11	3.12
V1	0,57	1,70	1,90	2,10	3,30
V2	0,53	1,93	2,23	2,33	3,33
V3	0,70	1,83	2,03	2,17	3,17



Obrázok 1: Grafický záznam priemerných výnosov trávy z jednotlivých zberov pri dávke dusíka 180 kg /ha
 V1 – hnojivo LAD 27 bez zeolitu
 V2 – hnojivo LAD 24 s obsahom zeolitu
 V3 – hnojivo LAD 27 s inhibítorom nitrifikácie



Obrázok 2: Grafický záznam kumulatívnych výnosov trávy pri dávke dusíka 180 kg /ha
 V1 – hnojivo LAD 27 bez zeolitu
 V2 – hnojivo LAD 24 s obsahom zeolitu
 V3 – hnojivo LAD 27 s inhibítorom nitrifikácie

Vplyv kvality hnojiva na výnos trávy pri dávke 90 kg dusíka na hektár v pokusoch V4 a V5

Ani pokusy so zníženou dávkou dusíka neposkytli informáciu o vplyve prídavku zeolitu do hnojiva na výnos trávy. Priemerné výnosy s hnojivom obsahujúcim zeolit boli vyššie pri zberoch 9.11 a 3.12, naproti tomu pri hnojení bez zeolitu boli zbery vyššie 2.11 a 16.11. (Tabuľka 3, Obrázok 3) Kumulatívny

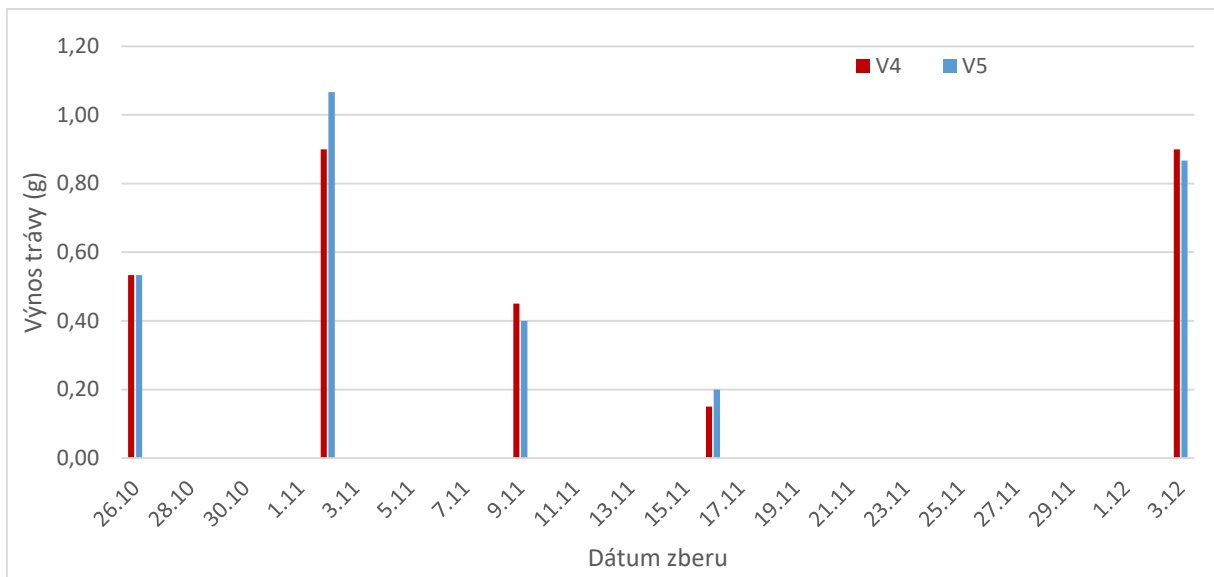
výnos trávy pri hnojení bez zeolitu (varinat V5) bol vyšší ako pri hnojení so zeolitom (V4). (Tabuľka 4, Obrázok 4). Tento rozdiel ale možno skôr pripísať náhodným vplyvom než vplyvu kvality hnojiva.

Tabuľka 3: Záznam priemerných výnosov trávy z jednotlivých zberov pri dávke dusíka 90 kg /ha
 V4 – hnojivo LAD 24 s obsahom zeolitu
 V5 – hnojivo LAD 27 bez zeolitu

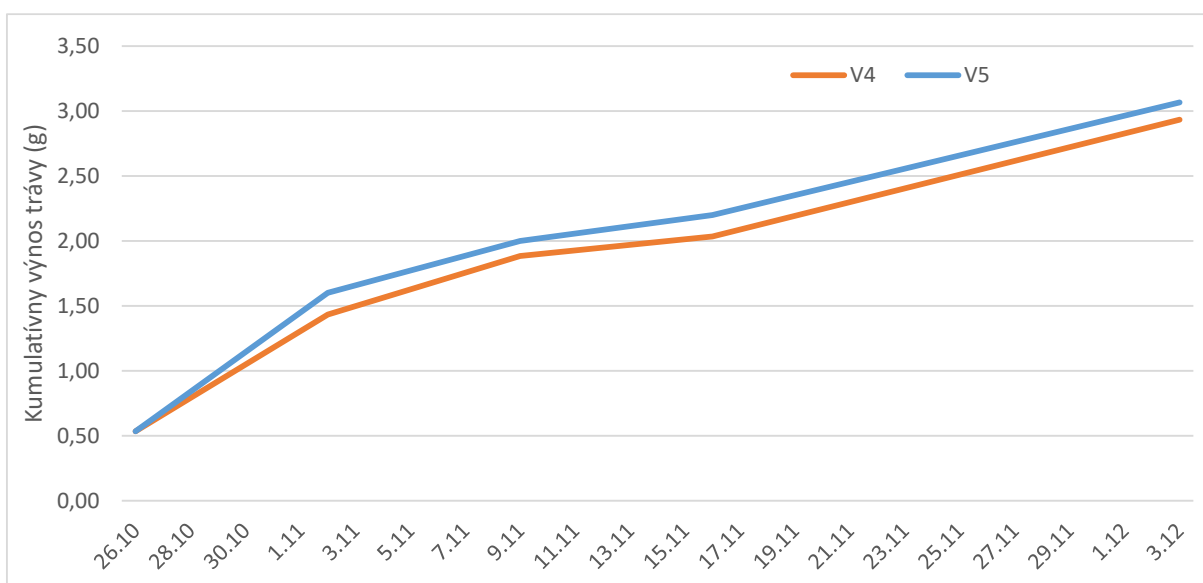
Dátum zberu	26.10	2.11	9.11	16.11	3.12
V4	0,53	0,90	0,45	0,15	0,90
V5	0,53	1,07	0,40	0,20	0,87

Tabuľka 4: Záznam kumulatívnych výnosov trávy pri dávke dusíka 90 kg /ha
 V4 – hnojivo LAD 24 s obsahom zeolitu
 V5 – hnojivo LAD 27 bez zeolitu

Dátum zberu	26.10	2.11	9.11	16.11	3.12
V4	0,53	1,43	1,88	2,03	2,93
V5	0,53	1,60	2,00	2,20	3,07



Obrázok 3: Grafický záznam priemerných výnosov trávy z jednotlivých zberov pri dávke dusíka 90 kg /ha
 V4 – hnojivo LAD 24 s obsahom zeolitu
 V5 – hnojivo LAD 27 bez zeolitu



Obrázok 4: Grafický záznam kumulatívnych výnosov trávy pri dávke dusíka 90 kg /ha
 V4 – hnojivo LAD 24 s obsahom zeolitu
 V5 – hnojivo LAD 27 bez zeolitu

Vplyv kvality hnojiva, pôdy a závlahového režimu na výnos trávy

Vplyv kvality hnojiva a pôdy na výnos trávy pri rovnomernom zavlažovaní

Výnos trávy v pokusoch s hnojivom LAD bez obsahu zeolitu (V1A) sa porovnával s výnosmi v pokusoch s hnojivom LAD so zeolitom (V2A) ako aj v pokusoch kde bol zeolit prítomný nielen v hnojive, ale aj v pôde. V nich sa simulovala situácia, keď sa zeolit do pôdy dostane počas predchádzajúcich troch (V3A), resp šiestich hnojení (V4A).

V týchto podmienkach sa v období medzi 26.10. a 3.12 uskutočnilo 6 zberov trávy. Porovnanie výnosov v jednotlivých zberoch (Tabuľka 5, Obrázok 5) nepoukazuje na významné rozdiely spôsobené obsahom zeolitu v hnojive alebo v pôde. Ak bol rozdiel výnosu pri jednom zbere v prospech hnojiva so zeolitom, výnos v ďalšom zbere bol v jeho neprospech, takže pri výpočte kumulatívneho výnosu sa tieto rozdiely navzájom kompenzovali. (Tabuľka 6, Obrázok 6)

Tabuľka 5: Záznam priemerných výnosov trávy z jednotlivých zberov pri dávke dusíka 180kg /ha a pri rovnomernom zalievaní

V1A – hnojivo LAD 27 bez zeolitu

V2A – hnojivo LAD 24 s obsahom zeolitu na pôde bez zeolitu

V3A – hnojivo LAD 24 s obsahom zeolitu na pôde obsahujúcej zeolit v množstve zodpovedajúcom 3 hnojeniam

V4A – hnojivo LAD 24 s obsahom zeolitu na pôde obsahujúcej zeolit v množstve zodpovedajúcom 6 hnojeniam

Dátum zberu	26.10	2.11	9.11	16.11	26.11	3.12
V1A	1,33	1,07	0,93	0,67	0,90	2,90
V2A	1,27	1,03	1,10	0,90	0,90	3,17
V3A	1,37	1,27	0,87	0,87	0,70	2,80
V4A	1,43	1,13	0,90	0,60	0,83	2,77

Tabuľka 6: Záznam kumulatívnych výnosov trávy z jednotlivých zberov pri dávke dusíka 180kg /ha a pri rovnomernom zalievaní

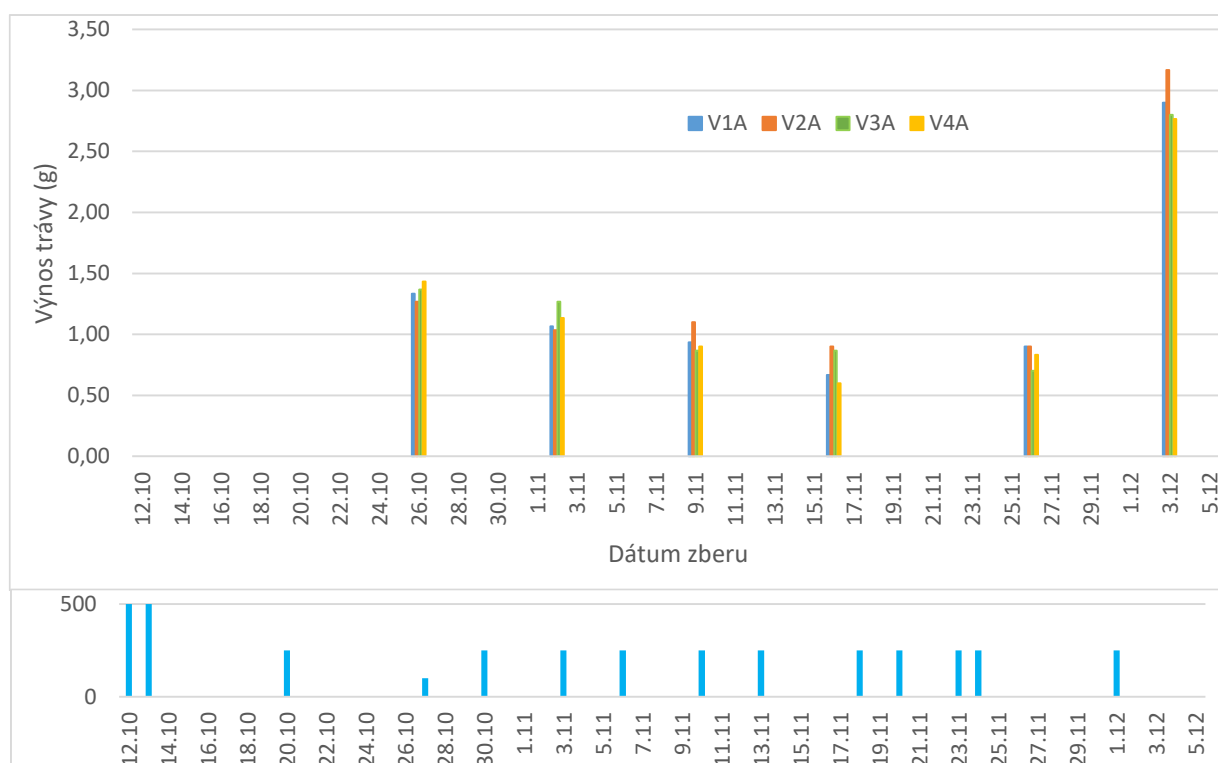
V1A– hnojivo LAD 27 bez zeolitu

V2A – hnojivo LAD 24 s obsahom zeolitu na pôde bez zeolitu

V3A – hnojivo LAD 24 s obsahom zeolitu na pôde obsahujúcej zeolit v množstve zodpovedajúcom 3 hnojeniam

V4A - hnojivo LAD 24 s obsahom zeolitu na pôde obsahujúcej zeolit v množstve zodpovedajúcom 6 hnojeniam

Dátum zberu	26.10	2.11	9.11	16.11	26.11	3.12
V1A	1,33	2,40	3,33	4,00	4,90	7,80
V2A	1,27	2,30	3,40	4,30	5,20	8,37
V3A	1,37	2,63	3,50	4,37	5,07	7,87
V4A	1,43	2,57	3,47	4,07	4,90	7,40



Obrázok 5: Grafický záznam priemerných výnosov trávy z jednotlivých zberov pri dávke dusíka 180kg /ha a pri rovnomernom zalievaní

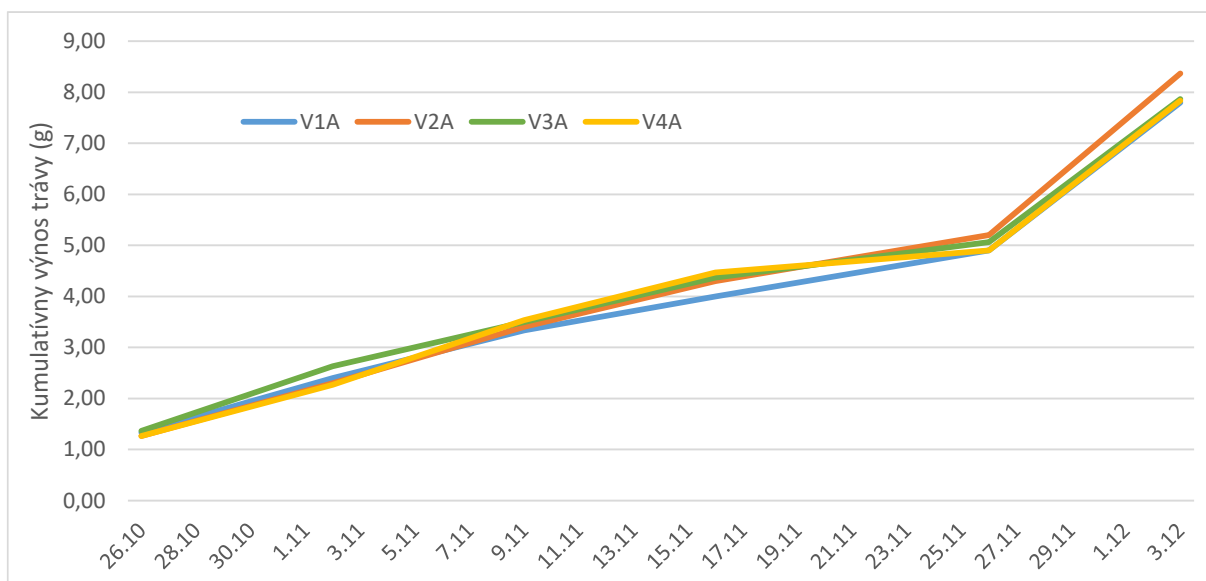
V1A– hnojivo LAD 27 bez zeolitu

V2A – hnojivo LAD 24 s obsahom zeolitu na pôde bez zeolitu

V3A – hnojivo LAD 24 s obsahom zeolitu na pôde obsahujúcej zeolit v množstve zodpovedajúcom 3 hnojeniam

V4A - hnojivo LAD 24 s obsahom zeolitu na pôde obsahujúcej zeolit v množstve zodpovedajúcom 6 hnojeniam

Horný obrázok: Výnosy trávy v jednotlivých zberoch; Spodný obrázok: Časové rozloženie zálievok



Obrázok 6: Grafický záznam kumulatívnych výnosov trávy pri dávke dusíka 180kg /ha a pri rovnomernom zalievaní
V1A– hnojivo LAD 27 bez zeolitu
V2A – hnojivo LAD 24 s obsahom zeolitu na pôde bez zeolitu
V3A – hnojivo LAD 24 s obsahom zeolitu na pôde obsahujúcej zeolit v množstve zodpovedajúcom 3 hnojeniam
V4A - hnojivo LAD 24 s obsahom zeolitu na pôde obsahujúcej zeolit v množstve zodpovedajúcom 6 hnojeniam

Vplyv kvality hnojiva a pôdy na výnos trávy pri nárazovom zavlažovaní

Na začiatku bola pôda poliata, aby jej vlhkosť umožnila vzísť tráve a zakoreniť sa. V období medzi dvoma výdatnými zálievkami – medzi 7.11 a 23.11 pôda nebola poliata a následne bola opäť poliata 1000 ml vody v priebehu 3 dní.

V prvých troch zberoch, keď tráva rástla na vlhkej pôde sa dosiahli výnosy 1-1,5 g trávy, pričom sa nepozoroval významný vplyv zeolitu v hnojive alebo v pôde. Následne je možné pozorovať pokles výnosov pod 1 g pri 4. zbere (17.11) a pod 0,5 g pri piatom zbere (27.11). Tieto výnosy už boli ovplyvnené suchom. Vplyv sucha bol ale najvýraznejší v podmienkach V1B (hnojivo i pôda bez zeolitu), zatiaľ čo prítomnosť zeolitu v pôde a v hnojive vplyv sucha zmiernila (V2B, V3B, V4B). Najzaujímavejší je výsledok posledného zberu (3.12.), keď sa zhromaždila nielen tráva, ale aj korene. Tu je vidieť, že v podmienkach sucha bol pred rastom nadzemnej časti trávy uprednostnený rast koreňov smerom do hlbšej vrstvy pôdy obsahujúcej zvyšky vlhkosti. Okrem toho je badať zreteľný trend prírastkov výnosov s rastúcim obsahom zeolitu. Najmenší výnos v poslednom zbere sa pozoroval v pokusoch s hnojivom i pôdou bez zeolitu (V1B), vyšší v pokusoch s hnojivom obsahujúcim zeolit a s pôdou bez zeolitu (V2B), ešte vyšší v pokusoch V3B, keď sa ku zeolitu v hnojive pridal aj zeolit, ktorý by sa nahromadil v pôde počas troch hnojení a napokon najvyšší výnos je v podmienkach V4B – použitei hnojiva so zeolitom a pôdy obsahujúcej zeolit po 6 hnojeniach. (Tabuľka 7, Obrázok 7).

Vplyv zeolitu na zvýšení odolnosti voči suchu sa prejavil na kumulatívnych výnosoch tak, že po prvých troch zberoch, keď sa ešte vplyv sucha neprejavil, sú kumulatívne výnosy porovnateľné vo všetkých pokusoch. Po 4. 5. a hlavne 6. zbere začínajú kumulatívne výnosy v pokusoch, kde je aplikovaný zeolit predbiehať pokus bez zeolitu (Tabuľka 8, Obrázok 8).

Tabuľka 7: Záznam priemerných výnosov trávy z jednotlivých zberov pri dávke dusíka 180kg /ha a pri nárazovom zalievaní
 V1B– hnojivo LAD 27 bez zeolitu

V2B – hnojivo LAD 24 s obsahom zeolitu na pôde bez zeolitu

V3B – hnojivo LAD 24 s obsahom zeolitu na pôde obsahujúcej zeolit v množstve zodpovedajúcom 3 hnojeniam

V4B - hnojivo LAD 24 s obsahom zeolitu na pôde obsahujúcej zeolit v množstve zodpovedajúcom 6 hnojeniam

Dátum zberu	26.10	2.11	9.11	16.11	26.11	3.12
V1B	1,33	1,17	0,93	0,70	0,30	1,23
V2B	0,93	1,23	0,80	0,50	0,45	1,87
V3B	1,00	0,87	0,93	0,90	0,50	2,33
V4B	1,27	1,00	1,27	0,93	0,43	2,93

Tabuľka 8: Záznam kumulatívnych výnosov trávy z jednotlivých zberov pri dávke dusíka 180kg /ha a pri rovnomernom zalievaní

V1B– hnojivo LAD 27 bez zeolitu

V2B – hnojivo LAD 24 s obsahom zeolitu na pôde bez zeolitu

V3B – hnojivo LAD 24 s obsahom zeolitu na pôde obsahujúcej zeolit v množstve zodpovedajúcom 3 hnojeniam

V4B - hnojivo LAD 24 s obsahom zeolitu na pôde obsahujúcej zeolit v množstve zodpovedajúcom 6 hnojeniam

Dátum zberu	26.10	2.11	9.11	16.11	26.11	3.12
V1B	1,10	2,27	3,20	3,90	4,20	5,43
V2B	0,93	2,17	2,97	3,47	3,92	5,78
V3B	1,00	1,87	2,80	3,70	4,20	6,53
V4B	1,27	2,27	3,53	4,47	4,90	7,83



Obrázok 7: Grafický záznam priemerných výnosov trávy z jednotlivých zberov pri dávke dusíka 180kg /ha a pri nárazovom zavlažovaní

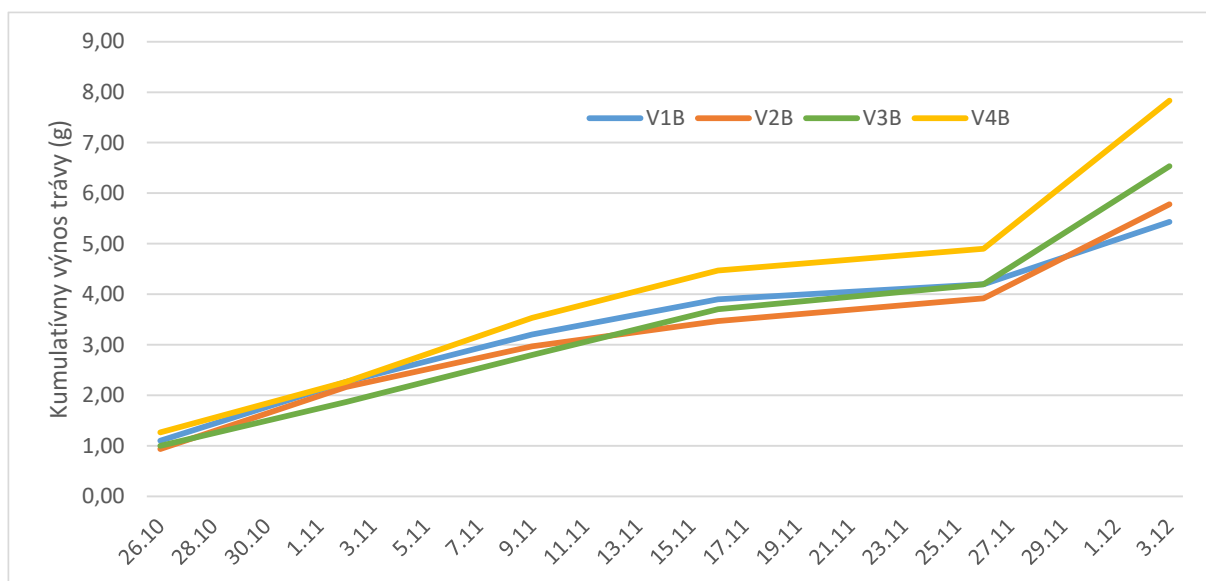
V1B– hnojivo LAD 27 bez zeolitu

V2B – hnojivo LAD 24 s obsahom zeolitu na pôde bez zeolitu

V3B – hnojivo LAD 24 s obsahom zeolitu na pôde obsahujúcej zeolit v množstve zodpovedajúcom 3 hnojeniam

V4B - hnojivo LAD 24 s obsahom zeolitu na pôde obsahujúcej zeolit v množstve zodpovedajúcom 6 hnojeniam

Horný obrázok: Výnosy trávy v jednotlivých zberoch; Spodný obrázok: Časové rozloženie zálievok



Obrázok 8: Grafický záznam kumulatívnych výnosov trávy pri dávke dusíka 180kg /ha a pri nárazovom zalievaní
 V1B– hnojivo LAD 27 bez zeolitu
 V2B – hnojivo LAD 24 s obsahom zeolitu na pôde bez zeolitu
 V3B – hnojivo LAD 24 s obsahom zeolitu na pôde obsahujúcej zeolit v množstve zodpovedajúcom 3 hnojeniam
 V4B - hnojivo LAD 24 s obsahom zeolitu na pôde obsahujúcej zeolit v množstve zodpovedajúcom 6 hnojeniam

Absorpcia dusíka v plodine

Pokusy obmieňajúce dávku dusíka

Tráva pozbieraná v každom pokuse sa po zhromaždení a vysušení zomlela a zhomogenizovala. Následne sa v nej stanovil obsah dusíka vyjadrený v percentách vztiahnutých na celkovú hmotnosť vysušenej trávy pozbieranej v piatich zberoch od 26.10 do 3.12.. Pri hodnotení vplyvu hnojiva, pôdy a režimu zalievania na absorpciu dusíka v plodine sa porovnávali nasledujúce parametre:

1. Percentuálny obsah dusíka v trávě (X_N)
2. Celková hmotnosť dusíka absorbovaného trávou v jednotlivých zberoch vypočítaná zo súčtu hmotnosti zozbieranej trávy a obsahu dusíka v nej:

$$m_N = M_T \times X_N$$

kde m_N je hmotnosť dusíka absorbovaného trávou, M_T je hmotnosť vysušenej trávy z konkrétneho zberu a X_N je obsah dusíka v trávě.

Absorpcia dusíka v plodine pri dávke 180 kg dusíka na hektár

Percentuálny obsah dusíka v trávě udáva Tabuľka 9. Z tabuľky je vidieť, že zeolit v hnojive neovplyvnil významne obsah dusíka v trávě, tento parameter je v pokuse, kde sa aplikovalo hnojivo so zeolitom len o 0,07 hm.% vyšší. V relatívnom vyjadrení je to len o 1% viac ako v pokusoch s hnojivom bez zeolitu. Naproti tomu v pokuse V3, kde sa aplikovalo hnojivo bez zeolitu, ale s inhibítorom nitrifikácie, bol nameraný obsah dusíka o 0,63% vyšší, čo je v relatívnom vyjadrení o 8% viac.

Tabuľka 9: Percentuálny obsah dusíka v trávě v pokusoch s dávkou dusíka 180 kg/h

V1 – hnojivo LAD 27 bez zeolitu

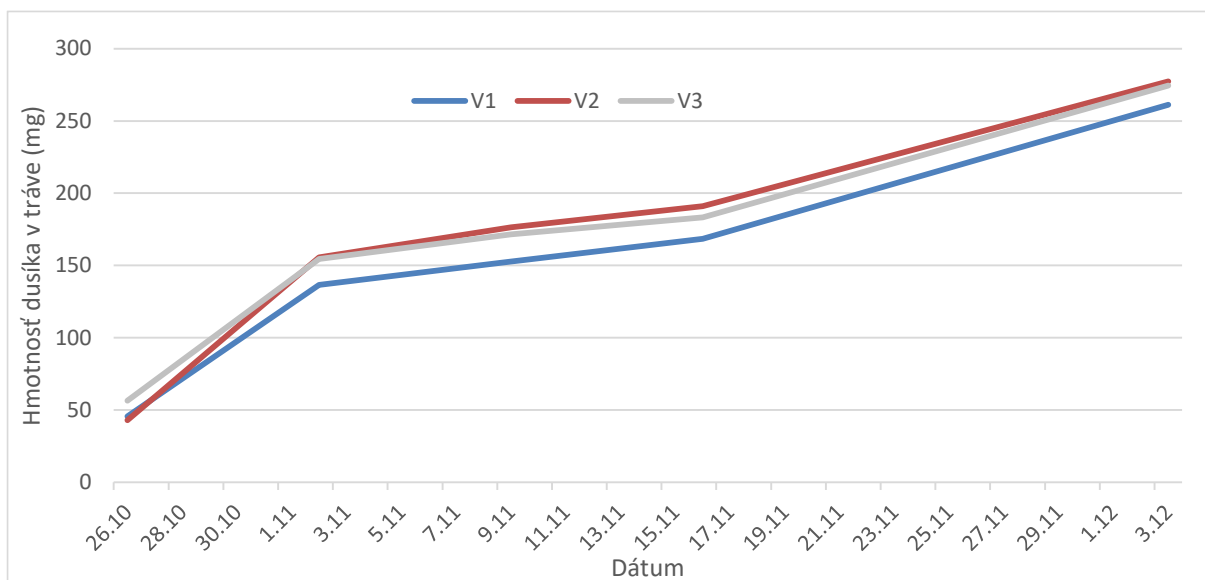
V2 – hnojivo LAD 24 s obsahom zeolitu

V3 – hnojivo LAD 27 s inhibítorom nitrifikácie

Pokus	Percentuálny obsah dusíka (hmot. %)
V1	8,07
V2	8,14
V3	8,70

Celková hmotnosť dusíka absorbovaného trávou závisí od množstva pozbieranej tráv a percentuálneho obsahu dusíka v nej. Vzhľadom na to, že percentuálne obsahy dusíka v trávě z pokusov V1 a V2 sa významne nelíšia, vzájomná poloha kriviek kumulatívnych hmotností absorbovaného dusíka sa oproti krivkám výnosov trávě nezmenila. (Obrázok 9 oproti Obrázok 2). Vyššie množstvá dusíka odobratého s trávou v pokuse V2 (hnojivo so zeolitom) sú dôsledkom vyšších výnosov trávě oproti pokusu V1 (hnojivo bez zeolitu). Situácia sa ale zmení pri krivke charakterizujúcej absorpciu dusíka v pokuse V3 (hnojivo s inhibítorom nitrifikácie).

Krivka prischľuchajúca pokusu V3 je výrazne posunutá nad krivku pokusu V1. Je to dôsledkom vyššieho percentuálneho obsahu dusíka v trávě. (hnojivo bez zeolitu a bez inhibítora nitrifikácie).



Obrázok 9: Grafický záznam kumulatívnych hmotností dusíka absorbovaného v trávě pri dávke dusíka 180 kg/ha

V1 – hnojivo LAD 27 bez zeolitu

V2 – hnojivo LAD 24 s obsahom zeolitu

V3 – hnojivo LAD 27 s inhibítorom nitrifikácie

Absorpcia dusíka v plodine pri dávke 90 kg dusíka na hektár

Tabuľka 10 porovnáva percentuálny obsah dusíka v trávě pri použití hnojiva so zeolitom (pokos V4) a bez zeolitu (pokos V5). Z hodnôt vyplýva, že v podmienkach týchto pokusov nemala prítomnosť zeolitu v hnojive pozitívny vplyv na absorpciu dusíka trávou.

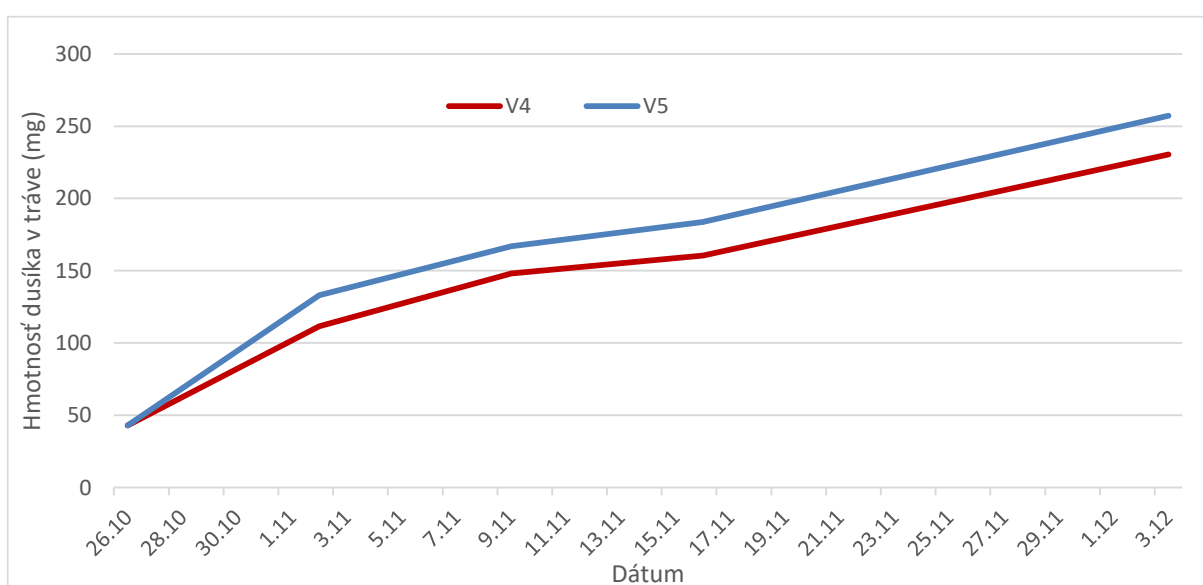
Tabuľka 10: Percentuálny obsah dusíka v tráve v pokusoch s dávkou dusíka 90 kg/ha

V4 – hnojivo LAD 24 s obsahom zeolitu

V5 – hnojivo LAD 27 bez zeolitu

Pokus	Percentuálny obsah dusíka (hmot. %)
V4	7,78
V5	8,46

Vzhľadom na to, že celková hmotnosť pozbieranej trávy, ako aj percentuálny obsah dusíka v nej je vyššia v pokuse aplikujúcom hnojivo bez zeolitu, kumulatívne hmotnosti absorbovaného dusíka stanovené v tomto pokuse sú vyššie ako hmotnosti dusíka stanovené v pokuse využívajúcom hnojivo so zeolitom. Pri dávkach dusíka 90 kg/ha je teda trend pre hmotnosti absorbovaného dusíka rovnaký ako nameraný trend pre výnosy trávy - prítomnosť zeolitu v hnojive nemá pozitívny vplyv a namerané hodnoty sú nižšie ako po použití hnojiva bez zeolitu. (Obrázok 10, Obrázok 3).



Obrázok 10: Grafický záznam kumulatívnych hmotností dusíka absorbovaného v tráve pri dávke dusíka 90 kg /ha

V4 – hnojivo LAD 24 s obsahom zeolitu

V5 – hnojivo LAD 27 bez zeolitu

Pokusy obmieňajúce závlahový režim a obsah zeolitu v pôde

Aplikácia rovnomerného zavlažovania

Údaje, ktoré udáva Tabuľka 11 opisujú vplyv zeolitu v hnojive na percentuálny obsah dusíka v tráve pri rovnomernom zavlažovaní. Z údajov vyplýva, že prítomnosť zeolitu v samotnom hnojive nemá pozitívny vplyv na tento parameter. (pokus V2A) Zvýšenie percentuálneho obsahu dusíka sa ale pozoruje v pokusoch V3A a V4A, kde sa prítomnosť zeolitu v hnojive kombinuje s prítomnosťou zeolitu v pôde. Percentuálny obsah dusíka absorbovaného v tráve je o 0,7 – 0,8 hm.% (relatívne 9-10%) vyšší v porovnaní s pokusom V1A, kde zeolit neobsahovalo ani hnojivo, ani pôda.

Zvýšená absorpcia dusíka v pokusoch, kde sa zeolit aplikoval do hnojiva i do pôdy sa prejaví aj na celkovej hmotnosti dusíka absorbovaného v tráve. Tento parameter závisí od výnosu trávy a od percentuálneho obsahu dusíka v nej. Zatiaľ čo pri meraní kumulatívneho výnosu trávy sa nepozoroval žiadny významný trend súvisiaci s obsahom zeolitu v pôde alebo v hnojive (Obrázok 6), výpočet kumulatívnej hmotnosti dusíka v pozbieranej trávě ukázal, že tento parameter je vyšší v pokusoch, kde je prítomný zeolit. Čiary zaznamenávajúce kumulatívnu hmotnosť dusíka v pozbieranej trávě

charakterizujúce pokusy s obsahom zeolitu (V2A, V3A, V4A) sú nad čiarou zaznamenávajúcou tento parameter pre pokus bez zeolitu (V1A). (Obrázok 11)

Tabuľka 11: Percentuálny obsah dusíka v tráve v pokusoch s dávkou dusíka 180 kg/ha pri rovnomernom zavlažovaní

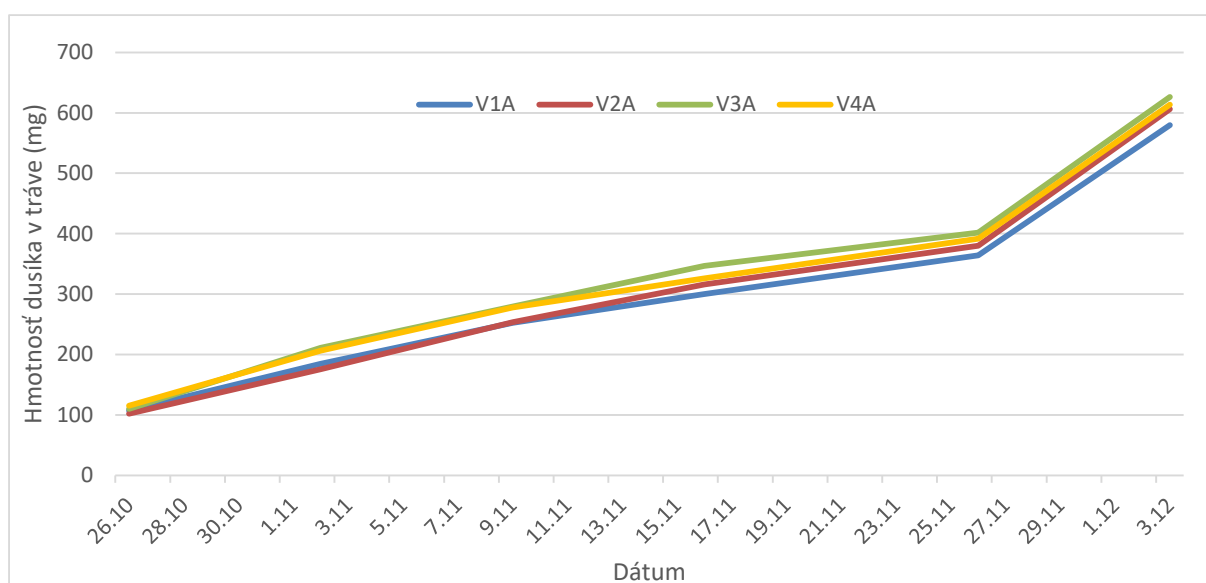
V1A – hnojivo LAD 27 bez zeolitu

V2A – hnojivo LAD 24 s obsahom zeolitu na pôde bez zeolitu

V3A – hnojivo LAD 24 s obsahom zeolitu na pôde obsahujúcej zeolit v množstve zodpovedajúcom 3 hnojeniam

V4A – hnojivo LAD 24 s obsahom zeolitu na pôde obsahujúcej zeolit v množstve zodpovedajúcom 6 hnojeniam

Označenie pokusu	Percentuálny obsah dusíka v tráve (hmot.%)
V1A	7,21
V2A	7,10
V3A	7,91
V4A	8,01



Obrázok 11: Grafický záznam kumulatívnych hmotností dusíka absorbovaného v tráve pri rovnomernom zalievaní

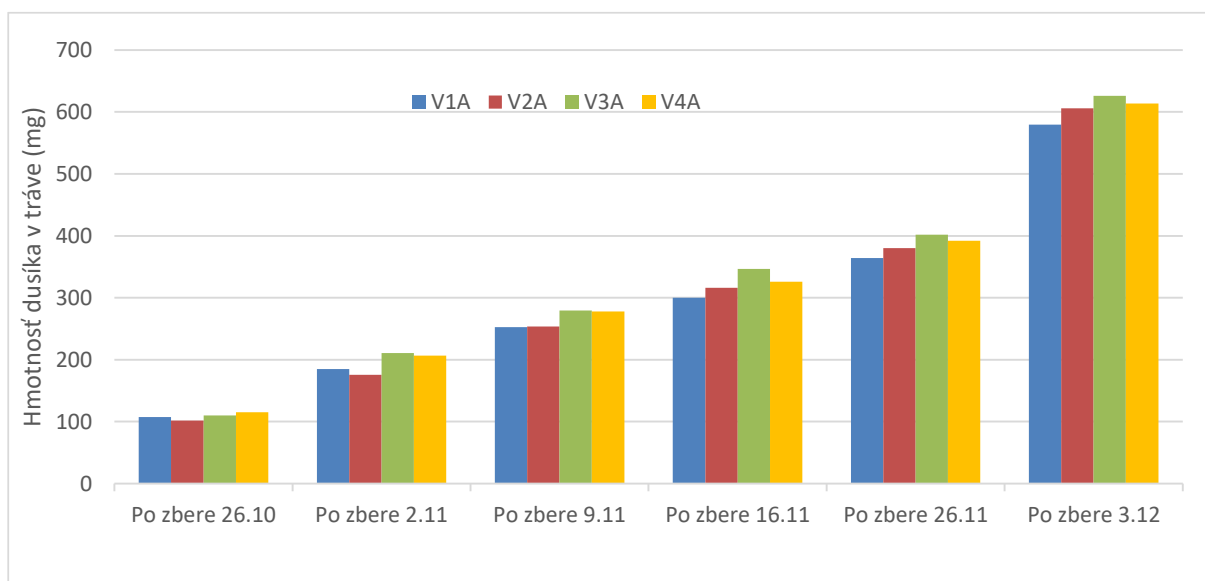
V1A – hnojivo LAD 27 bez zeolitu

V2A – hnojivo LAD 24 s obsahom zeolitu na pôde bez zeolitu

V3A – hnojivo LAD 24 s obsahom zeolitu na pôde obsahujúcej zeolit v množstve zodpovedajúcom 3 hnojeniam

V4A – hnojivo LAD 24 s obsahom zeolitu na pôde obsahujúcej zeolit v množstve zodpovedajúcom 6 hnojeniam

Tento trend je zreteľnejšie vidieť pri zobrazení kumulatívnych hmotností dusíka v tráve na stĺpcovom diagrame (Obrázok 12) Z obrázku je vidieť, že hlavne v pokusoch, kde bol zeolit prítomný v hnojive aj v pôde, je celková hmotnosť dusíka absorbovaného v tráve vyššia ako v pokuse bez zeolitu. V pokuse V2A, kde bol zeolit prítomný len v hnojive, nie je trend jednoznačný, po prvých troch zberoch je hodnota parametra na úrovni pokusu V1A bez zeolitu, potom túto úroveň mierne prevýši.



Obrázok 12: Grafický záznam kumulatívnych hmotností dusíka absorbovaného v tráve pri rovnomernom zalievaní – stĺpcový diagram

V1A– hnojivo LAD 27 bez zeolitu

V2A – hnojivo LAD 24 s obsahom zeolitu na pôde bez zeolitu

V3A – hnojivo LAD 24 s obsahom zeolitu na pôde obsahujúcej zeolit v množstve zodpovedajúcom 3 hnojeniam

V4A - hnojivo LAD 24 s obsahom zeolitu na pôde obsahujúcej zeolit v množstve zodpovedajúcom 6 hnojeniam

Pokusy s nerovnomerným zavlažovaním

Namerané údaje o percentuálnom obsahu dusíka v tráve, ktorá rástla v podmienkach nárazového zavlažovania, ktoré opisuje Tabuľka 12 ukazujú rovnaký trend ako pri rovnomernom zavlažovaní: Ak je zeolit prítomný len v hnojive, percentuálny obsah dusíka v tráve nie je vyšší ako po aplikácii hnojiva bez zeolitu. Ak je zeolit prítomný v hnojive aj v pôde, obsah dusíka sa výrazne zvýši.

Tabuľka 12: Percentuálny obsah dusíka v tráve v pokusoch s dávkou dusíka 180 kg/ha pri nárazovom zavlažovaní

V1B– hnojivo LAD 27 bez zeolitu

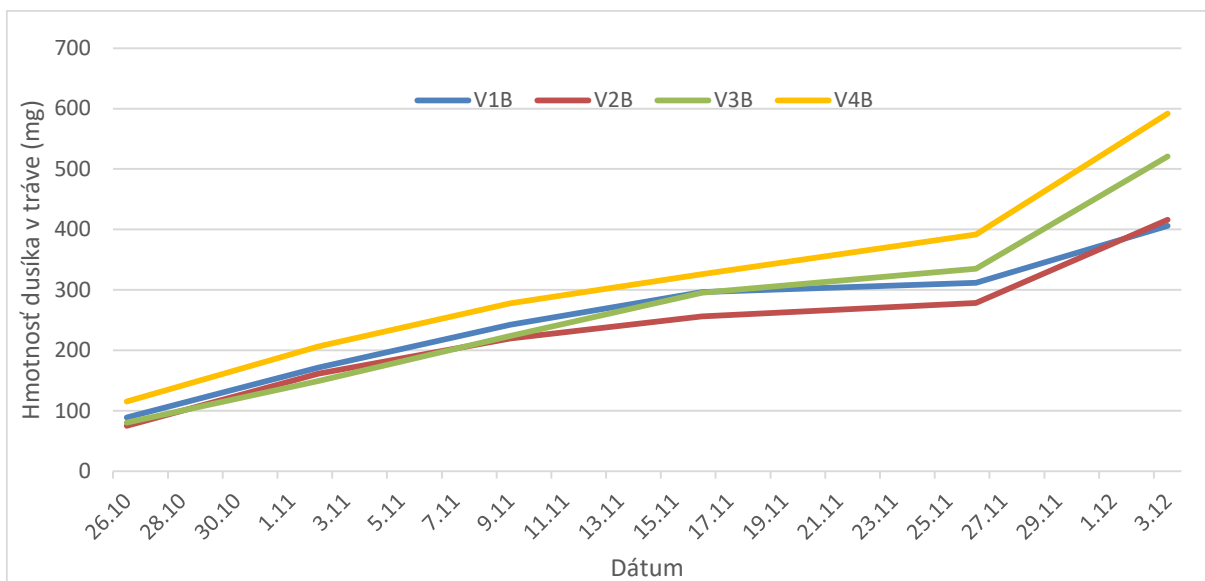
V2B – hnojivo LAD 24 s obsahom zeolitu na pôde bez zeolitu

V3B – hnojivo LAD 24 s obsahom zeolitu na pôde obsahujúcej zeolit v množstve zodpovedajúcom 3 hnojeniam

V4B - hnojivo LAD 24 s obsahom zeolitu na pôde obsahujúcej zeolit v množstve zodpovedajúcom 6 hnojeniam

Označenie pokusu	Percentuálny obsah dusíka v tráve (hmot.%)
V1B	7,22
V2B	7,04
V3B	7,96
V4B	8,01

Celková hmotnosť dusíka absorbovaného v tráve je ovplyvnená výnosom trávy a percentuálnym obsahom dusíka v nej. Celkový výnos trávy je ovplyvnený priaznivým účinkom zeolitu na odolnosť voči nedostatku vlhky medzi dvoma nárazovými závlahami. Rozdiely vo výnose trávy sa preto zvyšujú v prospech pokusov aplikujúcich zeolit práve po intervale, keď bola tráva vystavená suchu. (Obrázok 8). Zvýšený percentuálny obsah dusíka v tráve z pokusov, kde sa zeolit nachádzal v hnojive a v pôde zosilnili tento trend. Kumulatívna hmotnosť dusíka absorbovaného v tráve (Obrázok 13) je zreteľne vyššia v pokusoch obsahujúcich zeolit v hnojive i v pôde. Pokus V2B, kde sa zeolit nachádza len v hnojive, nedáva taký jednoznačný výsledok. Vzhľadom na to, že percentuálny obsah dusíka v tráve je nižší ako v pokuse V1B bez zeolitu, hmotnosti absorbovaného dusíka sú tiež nižšie. Kumulatívna hmotnosť dosiahne rovnakú hodnotu ako v pokuse V1 až po poslednom zbere, keď sa najviac prejaví pozitívny vplyv zeolitu v hnojive na odolnosť výnosu trávy voči suchu.



Obrázok 13: Grafický záznam kumulatívnych hmotností dusíka absorbovaného v tráve pri nárazovom zalievaní
V1B – hnojivo LAD 27 bez zeolitu
V2B – hnojivo LAD 24 s obsahom zeolitu na pôde bez zeolitu
V3B – hnojivo LAD 24 s obsahom zeolitu na pôde obsahujúcej zeolit v množstve zodpovedajúcom 3 hnojeniam
V4B – hnojivo LAD 24 s obsahom zeolitu na pôde obsahujúcej zeolit v množstve zodpovedajúcom 6 hnojeniam

Bilancie dusíka

Pri bilancii dusíka sa vyčíslilo množstvo dusíka vstupujúce do pokusu na začiatku a množstvo dusíka na konci pokusu. Na začiatku vstupuje do pokusu dusík v nehnojenej pôde a dusík v aplikovanom hnojive. Na konci pokusu zostáva zvyškový dusík v pôde a dusík absorbovaný trávou. Rozdiel medzi vstupujúcim a vystupujúcim dusíkom predstavuje straty v priebehu pokusu. Straty možno pripísať rozkladu zdrojov dusíka na plynné zložky a ich úniku do vzduchu.

Obsah dusíka v pôde bol stanovený dvomi nezávislými metódami:

1. Stanovenie čpavkového a nitrátového dusíka. Výhodou tejto metódy je stanovenie uvedených dusíkatých zložiek s presnosťou na 1 ppm a rozlíšenie dvoch foriem dusíka. Nevýhodou je, že metóda nestanoví iné formy dusíka prítomného v pôde (amidický, organický)
2. Stanovenie celkového dusíka metódou CHNS. Táto metóda stanoví pôdny dusík vo všetkých formách, aj keď tieto formy nerozliší. Nevýhodou je stanovenie s nižšou presnosťou (0,001 hm.%, teda 10 ppm).

Pre komplexné posúdenie vplyvu zeolitu je preto vhodné vypočítať pre každý pokus dve bilancie nezávisle na sebe – jednu s využitím prvej metódy, druhú s využitím druhej metódy. Informácie z dvoch nezávislých bilancií umožnia vytvoriť najúplnejší obraz, pričom sa využijú výhody oboch spôsobov stanovenia dusíka.

Pokusy obmieňajúce dávku hnojiva

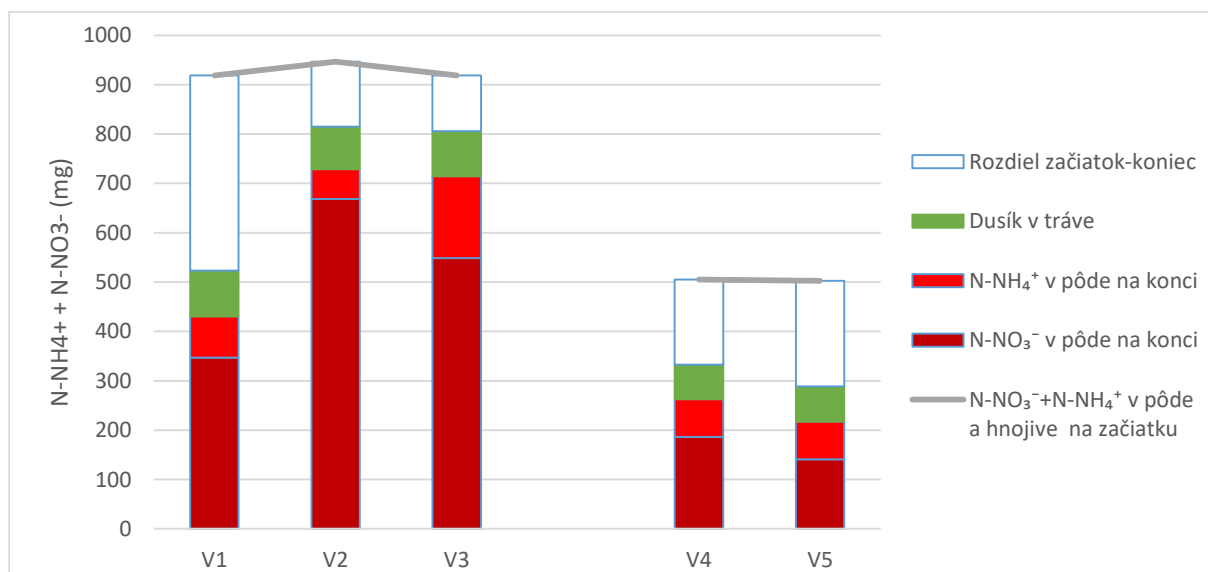
V pokusoch s označením V1 až V5 sa obmieňala dávka hnojiva v pôde a obsah zeolitu v hnojive nasledujúcim spôsobom

V pokuse V1 sa aplikovalo hnojivo LAD 27 bez zeolitu v množstve 180 kg dusíka na hektár. tento pokus sa porovnával s pokusom V2, kde sa aplikovalo hnojivo LAD 24 s obsahom zeolitu v rovnakej dávke, ako aj s pokusom V3, kde sa v rovnakej dávke aplikovalo hnojivo LAD 27 s obsahom inhibítora nitrifikácie.

V pokuse V5 sa aplikovalo hnojivo LAD 27 bez obsahu zeolitu v dávke 90 kg dusíka na hektár. tento pokus sa porovnával s pokusom V4, kde sa aplikovalo v rovnakej dávke hnojivo LAD 24 s obsahom zeolitu.

Nitrátový a čpavkový dusík

Bilancie založené na stanovení nitrátového a čpavkového dusíka uvádza Tabuľka 13 a graficky zobrazuje nasledujúci obrázok (Obrázok 14). Z bilancií pokusov V1 a V2 je vidieť výrazný pokles strát dusíka po aplikácii hnojiva obsahujúceho zeolit. Tento pokles je spôsobený hlavne zachovaním väčšej časti zvyškového nitrátového dusíka v pôde na konci pokusu. Jeho obsah je takmer dvojnásobný v porovnaní s pokusom V1. Účinok inhibítora nitrifikácie prítomného v hnojive, ktoré sa aplikovalo v pokuse V3 na zníženie strát dusíka je podobný, ale zdvojnásobil sa obsah čpavkového dusíka. Zníženie dávky hnojiva zo 180 na 90 kg N/ha v pokusoch V4 a V5 viedlo ku zníženiu rozdielov medzi výsledkami bilancií. Straty dusíka v pokuse V4, kde bolo aplikované hnojivo so zeolitom sú nižšie len o 20% v porovnaní s pokusom V5, kde sa aplikovalo hnojivo bez zeolitu.



Obrázok 14: Grafické porovnanie bilancií nitrátového a čpavkového dusíka: Porovnanie obsahu dusíkov v pôde a v aplikovanom hnojive na začiatku pokusu oproti obsahu v pôde a v plodine na konci pokusu. Rozdiel medzi začiatkom a koncom sa považuje za stratený dusík, ktorý z pôdy unikal hlavne do atmosféry.

V1-Aplikácia LAD 27 bez zeolitu,; V2 Aplikácia LAD 24 so zeolitom, V3 Aplikácia LAD 27 s inhibítorm nitrifikácie. V1-V3 180kg dusíka na hektár

V4- Aplikácia LAD 24 so zeolitom, V5- Aplikácia LAD 27 bez zeolitu, V4 a V5 90 kg dusíka na hektár

Celkový dusík

Výsledky bilancií vypočítaných na základe meraní celkového dusíka v pôde sú kvalitatívne zhodné s bilanciami uskutočnenými po meraniach nitrátového a čpavkového dusíka (Obrázok 15, Tabuľka 14). Po aplikácii 180 kg N/ha v pokusoch V1-V3 sa pozoruje výrazné zníženie strát dusíka po aplikácii hnojiva so zeolitom (V2) resp hnojiva s inhibítorm nitrifikácie (V3).

Pri znížených dávkach hnojiva v pokusoch V4 a V5 sa straty dusíka neurčili. Vyplýva to z nižšej presnosti stanovenia celkového dusíka a z nižších rozdielov medzi vstupmi a výstupmi v bilancii. „Záporná“ hodnota straty znamená toľko, že v týchto podmienkach nebolo možné získať o nej informáciu.



Obrázok 15: Grafické porovnanie bilancii celkového dusíka: Porovnanie obsahu dusíka v pôde a v aplikovanom hnojive na začiatku pokusu oproti obsahu v pôde a v plodine na konci pokusu. Rozdiel medzi začiatkom a koncom sa považuje za stratený dusík, ktorý z pôdy unikol hlavne do atmosféry. Označenie V1-V5 je rovnaké ako u predchádzajúceho obrázku (Obrázok 14)

Pokusy obmieňajúce spôsob zavlažovania a obsah zeolitu v hnojive a v pôde

Realizovali sa dve skupiny pokusov. V prvej skupine bol objem závlahy rozdelený v pravidelných intervaloch tak, že pôda bola polievaná dvakrát do týždňa.

V druhej skupine sa po počiatočnom zavlažení striedali 18 dňové obdobia bez závlah striedali s intenzívnym zavlažovaním, keď sa za tri dni aplikoval objem závlahy určený na 21 dní pravidelného zavlažovania.

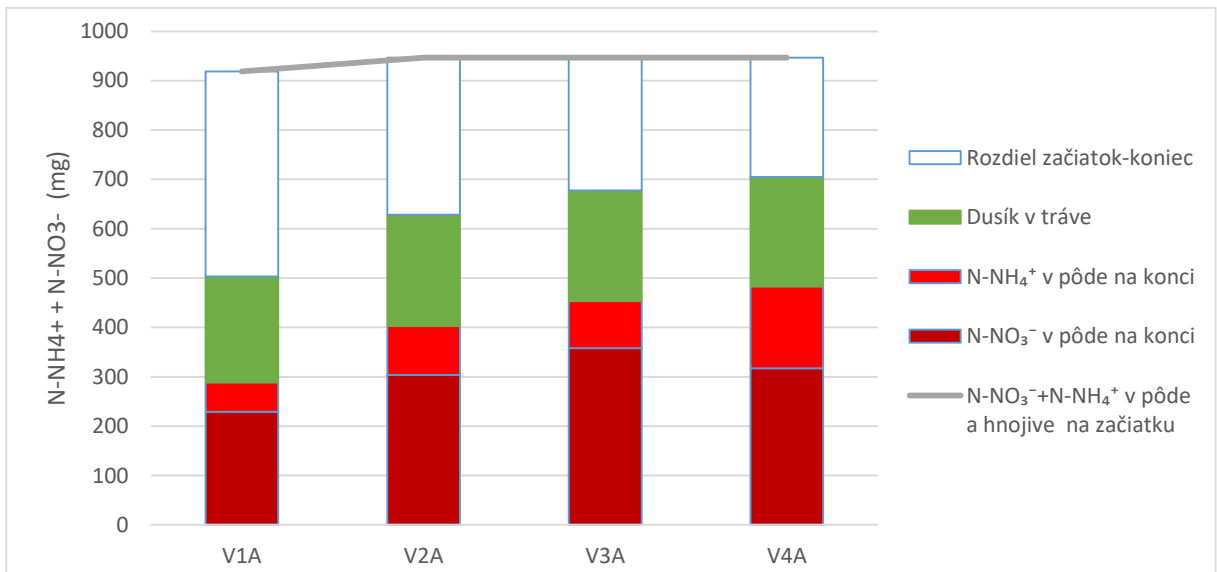
Pokusy boli v každej skupine navrhnuté tak, že sa porovnávali 4 úrovne dávky zeolitu:

1. Nulová úroveň, zeolit neobsahovali ani hnojivo ani pôda
2. Zeolit obsahovalo hnojivo, ale neobsahovala ho pôda
3. Zeolit obsahovalo hnojivo aj pôda, obsah zeolitu v pôde zodpovedal množstvu, ktoré by sa v nej nahromadilo po troch aplikáciách hnojiva so zeolitom
4. Zeolit obsahovalo hnojivo aj pôda, obsah zeolitu v pôde zodpovedal množstvu, ktoré by sa v nej nahromadilo po šiestich aplikáciách hnojiva so zeolitom

Rovnomerné zavlažovanie

Nitrátový a čpavkový dusík

Obrázok 16 a Tabuľka 15 uvádzajú výsledok bilancii v pokusoch s rovnomerným zavlažovaním uskutočnených na základe stanovenia čpavkových a nitrátových dusíkov. Na obrázku je vidieť zreteľný trend klesajúcich strát dusíka s rastúcim obsahom zeolitu v pokuse. Rozdiel v stratách medzi pokusom V1A (žiadny zeolit) a V4A (najvyšší obsah zeolitu) predstavuje 40%. Vzhľadom na to, že v každom pokuse boli priaznivé podmienky pre rast trávy, výnosy trávy a množstvá dusíka absorbovaného v trávě sú v každom pokuse vysoké a približne rovnaké. Ku zníženiu strát najviac prispieva nárast obsahu zvyškového dusíka v pôde na konci pokusov. Kým v pokusoch V1A-V3A narastá hlavne obsah nitrátového dusíka, v pokuse V4 s najvyšším obsahom zeolitu sa pozoruje nárast nitrátového aj čpavkového dusíka.



Obrázok 16: Pokusy obmieňajúce obsah zeolitu v hnojive a v pôde pri rovnomernom zavlažovaní. Bilancia nitrátového a čpavkového dusíka založená na porovnaní obsahu dusíkov v pôde a v aplikovanom hnojive na začiatku pokusu oproti ich obsahu v pôde a v plodine na konci pokusu.

V1A – hnojivo LAD 27 bez zeolitu

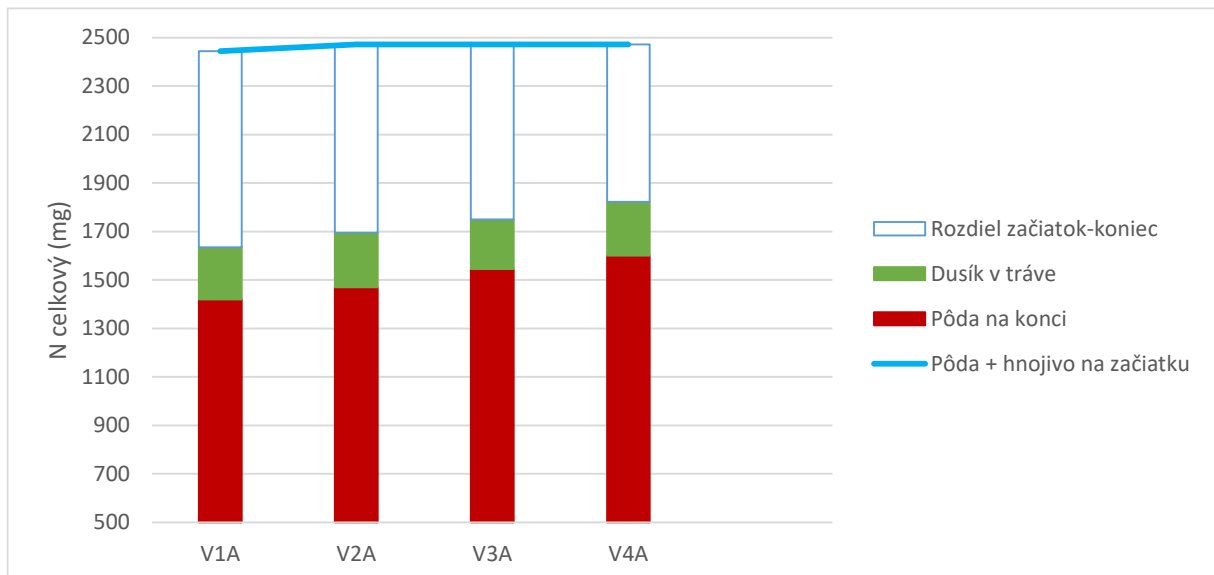
V2A – hnojivo LAD 24 s obsahom zeolitu na pôde bez zeolitu

V3A – hnojivo LAD 24 s obsahom zeolitu na pôde obsahujúcej zeolit v množstve zodpovedajúcom 3 hnojeniam

V4A – hnojivo LAD 24 s obsahom zeolitu na pôde obsahujúcej zeolit v množstve zodpovedajúcom 6 hnojeniam

Celkový dusík

Merania celkového dusíka a bilancie vypočítané na ich základe (Obrázok 17, Tabuľka 16) potvrdzujú vplyv zeolitu na straty dusíka. Pozoruje sa mierny ale zreteľný trend poklesu strát s rastúcim obsahom zeolitu v pôde, pričom tento pokles je spôsobený hlavne nárastom obsahu celkového zvyškového dusíka v pôde na konci pokusu.



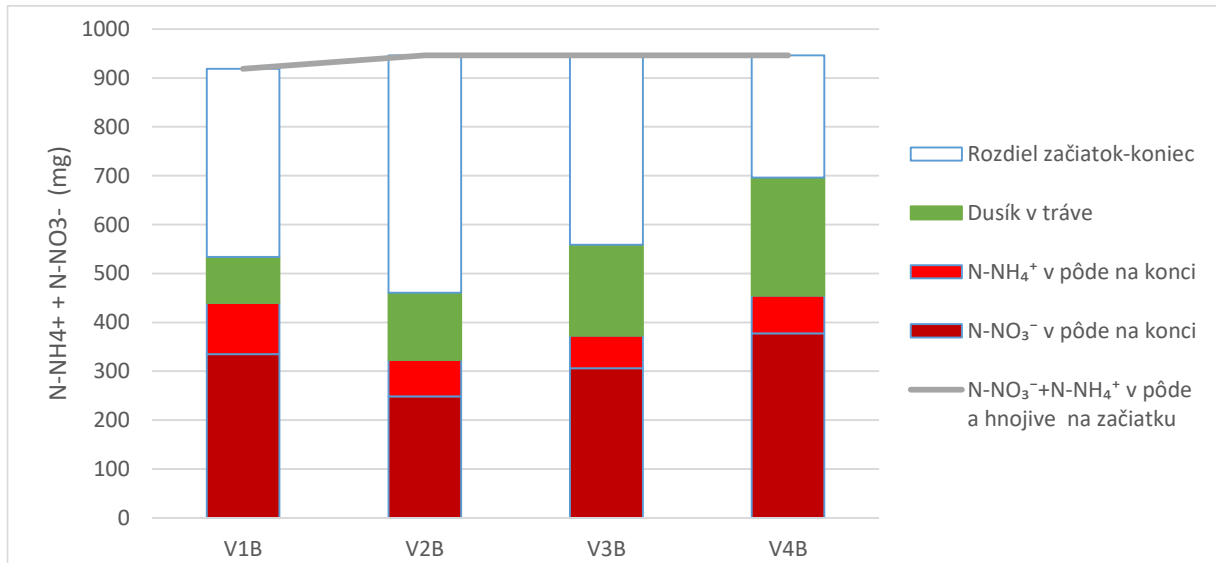
Obrázok 17: Pokusy obmieňajúce obsah zeolitu v hnojive a v pôde pri rovnomernom zavlažovaní. Bilancia celkového dusíka založená na porovnaní jeho obsahu v pôde a v aplikovanom hnojive na začiatku pokusu oproti jeho obsahu v pôde a v plodine na konci pokusu. Označenia pokusov V1A-V4A sú rovnaké ako na predchádzajúcom obrázku (Obrázok 16)

Nerovnomerné zavlažovanie

Nitrátový a čpavkový dusík

Obrázok 18 a Tabuľka 17 poukazujú na to, že vplyv zeolitu na bilanciáciu dusíka pri nerovnomernom zavlažovaní sa odlišuje od vplyvu pri rovnomerných dávkach závlahy. Straty dusíka sú tu ovplyvnené dlhými „suchými“ obdobiami, keď tráva rastie pomaly a neabsorbuje dusík z pôdy. V dôsledku toho sa väčší podiel zlúčenín dusíka môže rozkladať na plynné produkty a unikať do vzduchu. V pokusoch V1B až V3B sa nepozoruje zreteľná závislosť strát dusíka od obsahu zeolitu v pôde. S rastúcim obsahom zeolitu ale narastá hmota trávy, a aj absorpcia dusíka trávou. Tento trend sčasti kompenzuje straty dusíka. Prejaví sa v pokuse V4B, kde je absorpcia dusíka v plodine najvyššia. Tam sa pozoroval významný pokles strát dusíka, ktoré klesli o 35% v porovnaní so stratami v pokuse V1B bez zeolitu.

d



Obrázok 18: Pokusy obmieňajúce obsah zeolitu v hnojive a v pôde pri nárazovom zavlažovaní. Bilancia nitrátového a čpavkového dusíka založená na porovnaní obsahu dusíkov v pôde a v aplikovanom hnojive na začiatku pokusu oproti ich obsahu v pôde a v plodine na konci pokusu.

V1B – hnojivo LAD 27 bez zeolitu

V2B – hnojivo LAD 24 s obsahom zeolitu na pôde bez zeolitu

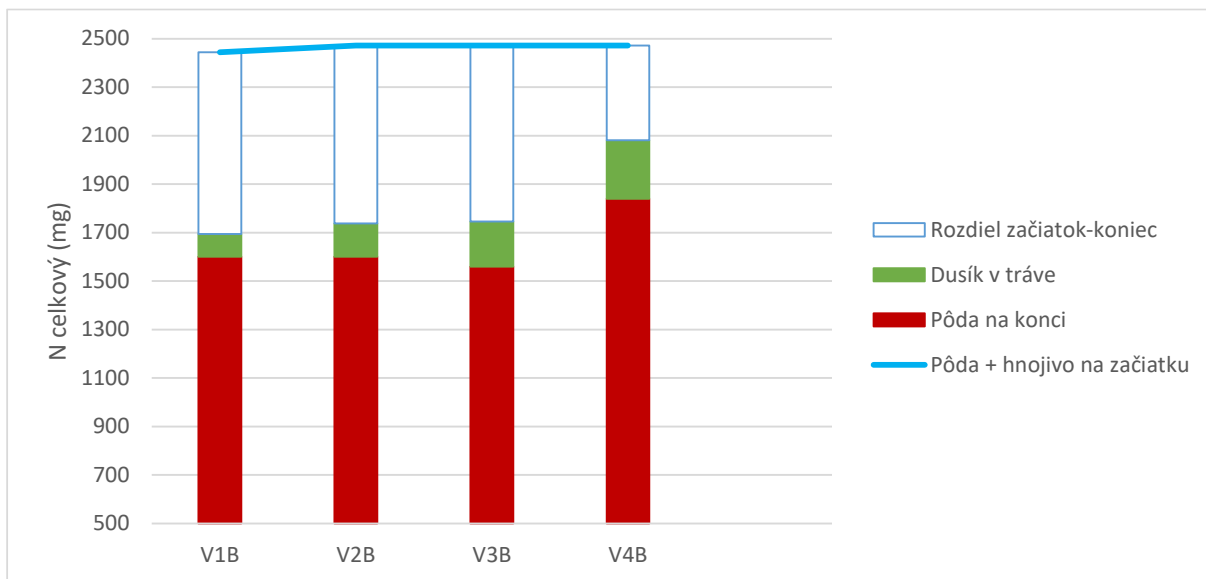
V3B – hnojivo LAD 24 s obsahom zeolitu na pôde obsahujúcej zeolit v množstve zodpovedajúcom 3 hnojeniam

V4B – hnojivo LAD 24 s obsahom zeolitu na pôde obsahujúcej zeolit v množstve zodpovedajúcom 6 hnojeniam

Celkový dusík

Výsledky bilancií vypočítaných na základe stanoveného celkového dusíka v pôdach na začiatku a konci pokusov (Obrázok 19; Tabuľka 18) kvalitatívne potvrdzujú predchádzajúce informácie:

- V pokusoch V1B až V3B sa nepozoruje významný trend znižovania strát na rozdiel od pokusov s rovnomerným zavlažovaním.
- Významné zníženie strát sa pozoruje v pokuse V4B s najväčším obsahom zeolitu, Významnú úlohu pri ich znížení hrá hlavne zvýšená absorpcia dusíka v plodine.



Obrázok 19: Pokusy obmieňajúce obsah zeolitu v hnojive a v pôde pri nárazovom zavlažovaní. Bilancia celkového dusíka založená na porovnaní jeho obsahu v pôde a v aplikovanom hnojive na začiatku pokusu oproti jeho obsahu v pôde a v plodine na konci pokusu. Označenia pokusov V1B-V4B sú rovnaké ako na predchádzajúcom obrázku (Obrázok 18)

Tabuľka 13: Pokusy obmieňajúce dávku dusíka. Bilancia nitrátového a čpavkového dusíka – porovnanie obsahu na začiatku pokusu po aplikácii hnojiva a na konci pokusu po poslednom zbere plodiny. Všetky číselné údaje sú hmotnosti dusíka v miligramoch. Hrubo vytlačené údaje sú zobrazené na grafe. (Obrázok 14)

Pokus	Dávka N-NO ₃ ⁻ v hnojive	Dávka N-NH ₄ ⁺ v hnojive	Spolu Dávka N-NO ₃ ⁻ a N-NH ₄ ⁺ v hnojive	N-NO ₃ ⁻ v pôde na začiatku	N-NH ₄ ⁺ v pôde na začiatku	N-NO₃⁻+N-NH₄⁺ v pôde a hnojive na začiatku	N-NO₃⁻ v pôde na konci	N-NH₄⁺ v pôde na konci	Dusík v tráve	N-NO ₃ ⁻ +N-NH ₄ ⁺ v pôde a v tráve na konci	Rozdiel začiatok-koniec
V1	414,45	414,45	828,90	54,68	35,01	918,59	346,87	83,44	92,76	523,07	395,52
V2	428,40	428,40	856,80	54,68	35,01	946,49	668,41	60,47	86,30	815,18	131,31
V3	414,45	414,45	828,90	54,68	35,01	918,59	548,47	166,19	91,10	805,77	112,82
V4	207,60	207,60	415,20	54,68	35,01	504,89	186,09	76,37	70,02	332,48	172,41
V5	206,55	206,55	413,10	54,68	35,01	502,79	141,10	75,97	71,61	288,68	214,11

Tabuľka 14: Pokusy obmieňajúce dávku dusíka. Bilancia celkového dusíka – porovnanie celkového dusíka v pôde a aplikovanom hnojive na začiatku pokusu s obsahom celkového dusíka v pôde a v pozbieranej tráve na konci. Všetky číselné údaje sú hmotnosti dusíka v miligramoch, hrubo vyznačené hodnoty sú zobrazené na grafe. (Obrázok 15)

Pokus	Celkový dusík v dávke hnojiva	Celkový dusík v pôde na začiatku	Celkový dusík v hnojive a v pôde na začiatku	Celkový dusík v pôde na konci	Dusík v tráve	Celkový dusík v pôde a v tráve na konci	Rozdiel začiatok-koniec
V1	828,90	1615,00	2443,90	1910,00	92,76	2002,76	441,14
V2	856,80	1615,00	2471,80	2280,00	86,30	2366,30	105,50
V3	828,90	1615,00	2443,90	2280,00	91,10	2371,10	72,80
V4	415,20	1615,00	2030,20	2110,00	70,02	2180,02	-149,82
V5	413,10	1615,00	2028,10	1980,00	71,61	2051,61	-23,50

Tabuľka 15: Pokusy obmieňajúce obsah zeolitu v hnojive a v pôde pri rovnomernom zavlažovaní. Bilancia nitrátového a čpavkového dusíka – porovnanie obsahu na začiatku pokusu po aplikácii hnojiva a na konci pokusu po poslednom zbere plodiny. Všetky číselné údaje sú hmotnosti dusíka v miligramoch. Hrubo vytlačené údaje sú zobrazené na grafe. (Obrázok 16)

Pokus	Dávka N-NO ₃ ⁻ v hnojive	Dávka N-NH ₄ ⁺ v hnojive	Spolu Dávka N-NO ₃ ⁻ a N-NH ₄ ⁺ v hnojive	N-NO ₃ ⁻ v pôde na začiatku	N-NH ₄ ⁺ v pôde na začiatku	N-NO₃⁻+N-NH₄⁺ v pôde a hnojive na začiatku	N-NO₃⁻ v pôde na konci	N-NH₄⁺ v pôde na konci	Dusík v tráve	N-NO ₃ ⁻ +N-NH ₄ ⁺ v pôde a v tráve na konci	Rozdiel začiatok-koniec
V1A	414,45	414,45	828,90	54,68	35,01	918,59	229,21	59,31	215,01	503,53	415,06
V2A	428,40	428,40	856,80	54,68	35,01	946,49	303,47	99,10	225,69	628,26	318,23
V3A	428,40	428,40	856,80	54,68	35,01	946,49	357,73	95,66	224,48	677,87	268,62
V4A	428,40	428,40	856,80	54,68	35,01	946,49	317,18	166,21	221,68	705,07	241,42

Tabuľka 16: Pokusy obmieňajúce obsah zeolitu v hnojive a v pôde pri rovnomernom zavlažovaní. Bilancia celkového dusíka – porovnanie celkového dusíka v pôde a aplikovanom hnojive na začiatku pokusu s obsahom celkového dusíka v pôde a v pozbieranej tráve na konci. Všetky číselné údaje sú hmotnosti dusíka v miligramoch, hrubo vyznačené hodnoty sú zobrazené na grafe. (Obrázok 17)

Pokus	Celkový dusík v dávke hnojiva	Celkový dusík v pôde na začiatku	Celkový dusík v hnojive a v pôde na začiatku	Celkový dusík v pôde na konci	Dusík v tráve	Celkový dusík v pôde a v tráve na konci	Rozdiel začiatok-koniec
V1A	828,90	1615,00	2443,90	1420,00	215,01	1635,01	808,89
V2A	856,80	1615,00	2471,80	1470,00	225,69	1695,69	776,11
V3A	856,80	1615,00	2471,80	1545,00	204,66	1749,66	722,15
V4A	856,80	1615,00	2471,80	1600,00	221,68	1821,68	650,12

Tabuľka 17: Pokusy obmieňajúce obsah zeolitu v hnojive a v pôde pri nárazovom zavlažovaní. Bilancia nitrátového a čpavkového dusíka – porovnanie obsahu na začiatku pokusu po aplikácii hnojiva a na konci pokusu po poslednom zbere plodiny. Všetky číselné údaje sú hmotnosti dusíka v miligramoch. Hrubo vytlačené údaje sú zobrazené na grafe. (Obrázok 18)

Pokus	Dávka N-NO ₃ ⁻ v hnojive	Dávka N-NH ₄ ⁺ v hnojive	Spolu Dávka N-NO ₃ ⁻ a N-NH ₄ ⁺ v hnojive	N-NO ₃ ⁻ v pôde na začiatku	N-NH ₄ ⁺ v pôde na začiatku	N-NO ₃ ⁻ +N-NH ₄ ⁺ v pôde a hnojive na začiatku	N-NO ₃ ⁻ v pôde na konci	N-NH ₄ ⁺ v pôde na konci	Dusík v tráve	N-NO ₃ ⁻ +N-NH ₄ ⁺ v pôde a v tráve na konci	Rozdiel začiatok-koniec
V1B	414,45	414,45	828,90	54,68	35,01	918,59	334,89	104,66	94,31	533,86	384,73
V2B	428,40	428,40	856,80	54,68	35,01	946,49	248,34	74,47	137,60	460,41	486,08
V3B	428,40	428,40	856,80	54,68	35,01	946,49	306,05	66,58	185,97	558,60	387,89
V4B	428,40	428,40	856,80	54,68	35,01	946,49	377,55	76,81	241,67	696,02	250,47

Tabuľka 18: Pokusy obmieňajúce obsah zeolitu v hnojive a v pôde pri nárazovom zavlažovaní. Bilancia celkového dusíka – porovnanie celkového dusíka v pôde a aplikovanom hnojive na začiatku pokusu s obsahom celkového dusíka v pôde a v pozbieranej tráve na konci. Všetky číselné údaje sú hmotnosti dusíka v miligramoch, hrubo vyznačené hodnoty sú zobrazené na grafe.()

Pokus	Celkový dusík v dávke hnojiva	Celkový dusík v pôde na začiatku	Celkový dusík v hnojive a v pôde na začiatku	Celkový dusík v pôde na konci	Dusík v tráve	Celkový dusík v pôde a v tráve na konci	Rozdiel začiatok-koniec
V1B	828,90	1615,00	2443,90	1600,00	94,31	1694,31	749,59
V2B	856,80	1615,00	2471,80	1600,00	137,60	1737,60	734,20
V3B	856,80	1615,00	2471,80	1560,00	185,97	1745,97	725,83
V4B	856,80	1615,00	2471,80	1840,00	241,67	2081,67	390,13

Závery

Výnosy trávy

Vplyv prídania zeolitu do hnojiva na výnos trávy závisí hlavne od podmienok zavlažovania:

V pokusoch s rovnomerným zavlažovaním sa vplyv na výnos trávy prakticky nepozoroval, a to ani pri dávke 90 kg ani pri dávke 180 kg hnojiva na hektár.

V podmienkach nerovnomerného zavlažovania sa prejaví pozitívny vplyv zeolitu, ktorý tlmí nepriaznivý účinok sucha na tvorbu zelenej hmoty a hlavne na tvorbu koreňov. Tento pozitívny efekt sa zosilňoval nielen vplyvom prítomnosti zeolitu v hnojive, ale predovšetkým vplyvom prídania zeolitu do pôdy. Prídanie zeolitu do pôdy simulovalo stav po opakovanej aplikácii hnojiva so zeolitom. Priaznivý efekt hnojiva so zeolitom sa teda prejaví hlavne po jeho pravidelnom opakovanom používaní.

Obsah dusíka absorbovaného v trávě

Pokiaľ je zeolit prítomný len v hnojive, jeho vplyv na percentuálny obsah dusíka v trávě sa neprejaví. Znamená to, že jednorázová aplikácia hnojiva so zeolitom sa neprejaví na zvýšenej absorpcii dusíka v plodine. Až v pokusoch simulujúcich viacnásobnú aplikáciu hnojiva so zeolitom sa pozoruje zvýšenie percentuálneho obsahu dusíka. V týchto pokusoch sa zeolit nachádza v hnojive aj v pôde.

Vplyv zeolitu na celkovú hmotnosť dusíka absorbovaného v trávě sa najviac prejavil v podmienkach, kde sa prejavil pozitívny vplyv na výnos trávy ako aj na percentuálny obsah dusíka v nej. Sú to pokusy s prítomnosťou zeolitu v pôde i v hnojive, kde bola trávě vystavená nárazovému zavlažovaniu. Prítom sa prejavila kombinácia pozitívneho vplyvu zeolitu na odolnosť výnosov voči suchu so zvýšenou absorpciou dusíka trávou. Jednoznačný pozitívny vplyv zeolitu na celkový obsah absorbovaného dusíka v trávě sa preto pozoroval v podmienkach prítomnosti zeolitu v hnojive aj v pôde pri nerovnomernom zavlažovaní.

Bilancia dusíka v hnojive a v trávě

Bilancia dusíka bola založená na vypočítaní rozdielu medzi vstupmi dusíka na začiatku pokusu a výstupmi na jeho konci. Na začiatku do pokusu vstupovali dusík v nehnojenej pôde a dusík v aplikovanom hnojive. Na konci vystupovali z pokusu dusík absorbovaný v pozbieranej trávě a zvyškový dusík, ktorý zostal v pôde. Množstvo vstupujúceho dusíka je väčšie, nanajvýš rovné ako množstvo vystupujúceho dusíka a rozdiel sa pripisuje stratám dusíka z hnojiva a pôdy do vzduchu v priebehu pokusu.

V pokusoch testujúcich vplyv dávky živín sa pri dávke 180 kg dusíka na hektár potvrdil priaznivý vplyv zeolitu v hnojive na zníženie strát dusíka. Po aplikácii hnojiva so zeolitom zostalo na konci pokusu viac zvyškového dusíka v pôde, tento efekt bol porovnateľný s pokusom, kde bol do hnojiva pridaný inhibitor nitrifikácie. Pri nižšej dávke dusíka 90 kg/ha sa vplyv zeolitu nepozoroval, efekt bol zrejme menší ako presnosť meraní obsahov dusíkov v pôde.

V pokusoch testujúcich vplyv zeolitu v hnojive a v pôde sa pri rovnomernom zavlažovaní prejavil pozitívny vplyv rastúceho obsahu zeolitu. Pokles strát dusíka bola nameraný nezávisle dvomi spôsobmi. V oboch prípadoch sa prejavil mierny, ale zreteľný trend nárastu obsahu zvyškového dusíka v pôde s rastúcim obsahom zeolitu. Najmenej zvyškového dusíka a najväčšie straty sa zaznamenali po aplikácii hnojiva neobsahujúceho zeolit do pôdy bez zeolitu. Najmenšie straty sa zaznamenali v pokuse, kde sa hnojivo LAD so zeolitom aplikovalo do pôdy, obsahujúcej zeolit v množstve zodpovedajúcom predchádzajúcim 6 hnojeniam. Absorpcia dusíka v trávě bola v týchto podmienkach vysoká vo všetkých pokusoch a preto neprispela ku rozdielom v bilancií dusíka pri rôznej aplikácii zeolitu.

Pri nárazovom spôsobe zavlažovania sa prejavil vplyv na bilanciú dusíka nepriamo. Počas suchých období dochádzalo zrejme ku výraznejšiemu rozkladu dusíkatých látok a ku zvýšeným stratám z pôdy. Tieto straty boli čiastočne kompenzované absorpciou dusíka v plodine. Tá sa najpriaznivejšie prejavila v pokuse s najvyšším obsahom zeolitu v pôde zodpovedajúceho šiestim predchádzajúcim hnojeniam. V tomto pokuse boli najvyššie výnosy plodiny, ktorá absorbovala najvyšší podiel dusíka. V dôsledku toho boli jeho straty najnižšie. V ostatných pokusoch, kde sa do pôdy aplikovalo menej zeolitu bola absorpcia dusíka v trávě nižšia a nebola schopná kompenzovať vyššie straty dusíka z pôdy. Straty

dusíka boli preto vyššie a presnosť meraní neumožnila pozorovať v týchto podmienkach trend závislosti od obsahu zeolitu pri nižších dávkach tejto prísady.