

Mendelova univerzita v Brně

Agonomická fakulta

Ústav výživy zvířat a pícninářství



**Vliv vápnění na druhovou skladbu a výnosy
polopřirozeného travního porostu**

Diplomová práce

Vedoucí práce:

doc. Ing. Jiří Skládanka, Ph. D.

Vypracoval:

Bc. Miloš Sláma, DiS.

Brno 2016

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Zpracovatel : **Bc. Miloš Sláma, DiS.**
Studijní program: Fytotechnika
Obor: Fytotechnika
Název tématu: **Vliv vápnění na druhovou skladbu a výnosy polopřirozeného travního porostu**
Rozsah práce: 50 stran textu + příloha

Zásady pro vypracování:

1. Studium literárních podkladů týkajících se řešené problematiky.
2. Vyhodnocení dopadu vápnění na druhovou skladbu a produkci polopřirozeného travního porostu na mezofytním stanovišti; vyhodnocení podílu jednotlivých agrobotanických skupin (trávy, jeteloviny a byliny); vyhodnocení kvalitativní a kvantitativní druhové skladby.
3. Vyhodnocení aplikace dusíku ve spojení s vápněním travního porostu na druhovou skladbu a výnosy polopřirozeného travního porostu.
4. Vyhodnocení pH a obsahu přijatelných živin v půdě po provedeném vápnění (P, K, Mg, Ca).
5. Komparace zjištěných údajů s výsledky jiných autorů.
6. Formulace závěrů a doporučení.

Seznam odborné literatury:

1. NAWRATH, A. – SKLÁDANKA, J. – HRABĚ, F. – ALBA MEJÍA, J. E. Representation of Plant Species in the Stand in Dependence on Total Precipitation Amounts, Temperature, Intensity of Fertilization and Use in the Period 2007-2011. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 2013. sv. 19, č. 6, s. 1258–1267. ISSN 1310-0351. URL: <http://www.agrojournal.org/19/06-14.pdf>
2. NAWRATH, A. – ELBL, J. – KINTL, A. – ZÁHORA, J. – SKLÁDANKA, J. The efficiency of nutrient utilization by permanent grassland in the Kameničky locality. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*. 2013. sv. 61, č. 6, s. 1799–1806. ISSN 1211-8516. URL: <http://dx.doi.org/10.11118/actaun201361061799>
3. SKLÁDANKA, J. a kol. *Polní pokusy ve Výzkumné pícninářské stanici Vatín*. 1. vyd. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2014. 42 s. ISBN 978-80-7375-688-8.
4. GIBSON, D. J. *Grasses and grassland ecology*. New York: Oxford University Press, 2009. 305 s. ISBN 978-0-19-852919-4.
5. GAISLER, J. a FIALA, J. Vliv hnojení a počtu sečí na botanické složení, výnos a kvalitu píce trvalého travního porostu. In *Ekologicky šetrné a ekonomicky přijatelné obhospodařování travních porostů*. Praha: VURV, 2003. s. 99 – 105.
6. HOLÚBEK, R. a HOLÚBEK, I. Vliv PK hnojení na produkci, kvalitu a ekonomiku výroby sena z travních porostů. Nitra: SPU, 2004, s. 60 – 67.
7. HRABĚ, F., BUCHGRABER, K. *Pícninářství – travní porosty*. Brno: MZLU, 2004.
8. OPITZ VON BOBERFELD, W. *Grünlandlehre*. Stuttgart: Verlag Eugen Ulmer. 336 s.

Datum zadání diplomové práce: říjen 2014

Termín odevzdání diplomové práce: duben 2016

L. S.


Bc. Miloš Sláma, DiS.
Autor práce




doc. Ing. Jiří Skládanka, Ph.D.
Vedoucí práce


doc. Ing. Jiří Skládanka, Ph.D.
Vedoucí ústavu


doc. Ing. Pavel Ryant, Ph.D.
Děkan AF MENDELU

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci „**Vliv vápnění na druhovou skladbu a výnosy polopřirozeného travního porostu**“ vypracoval samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou *Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací*.

Jsem si vědom, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne:.....

podpis diplomanta:.....

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji vedoucímu práce doc. Ing. Jiřímu Skládankovi, Ph.D. za odborné vedení práce, poskytnutý čas při konzultacích, pomoc při zpracování dat a dohled při sepisování mé diplomové práce. Také mu děkuji za všechny cenné rady a připomínky v průběhu celé práce. Dále bych chtěl poděkovat Ing. Jiřímu Jandákovi, CSc., doc. Ing. Petru Škarpovi, Ph. D. za odborné informace k danému tématu a kolektivu pracovníků Výzkumné stanice Ústavu výživy zvířat a pícninářství ve Vatině.

ABSTRAKT

V letech 2014 a 2015 byl na stanovišti Kameničky sledován vliv vápnění a N-hnojení na výnosy sušiny, podíl jednotlivých agrobotanických skupin a druhů, druhovou diverzitu a kvalitu polopřirozeného travního porostu. Pokusné plochy byly uspořádány ve čtyřech opakováních a rozděleny na nevápněné a vápněné bloky. Pro účely vápnění byl použit mletý dolomitický vápenec. Dusík ve formě močoviny byl aplikován v dávkách N0, N50, N100.

Druhá skladba ovlivnila všechny sledované ukazatele trvalého travního porostu, přičemž měla vliv i na tvorbu výnosů. Hnojení dusíkem bez dotace ostatních živin se na stanovišti Kameničky nepromítlo do vyššího výnosu, vyšší druhové diverzity, ani kvality travního porostu. Hnojení dusíkem zvýšilo podíl hodnotnějších trav na úkor ostatních bylin, ovšem potlačilo ($P < 0,05$) zastoupení mezirodového hybridu *Festulolium pabulare*.

Vápnění se projevilo na zastoupení rostlinných druhů, které již byly přizpůsobeny kyselému prostředí, zároveň nevedlo ke zvýšení výnosů. Ve druhové skladbě se zvýšilo ($P < 0,05$) zastoupení *Festuca rubra* L., *Agrostis* spp. nenáročných na živiny a naopak byl potlačen ($P < 0,05$) *Alopecurus pratensis* L. a *Ranunculus repens* L. Vápnění nevedlo k vyšší diverzitě ani ke zvýšení kvality travního porostu.

Klíčová slova: Vápník, dusík, mletý vápenec, hnojení, půdní reakce, travní porost, agrobotanické skupiny, diverzita, kvalita travního porostu.

ABSTRACT

Between 2014 and 2015 was monitored the influence of liming and N fertilization on dry matter yield, floristic composition, species diversity and quality semi-natural grassland at the experimental flat Kameničky. The experimental plots were arranged in four repetitions and divided into not limed and limed blocks. For the purposes used liming ground dolomitic limestone. Nitrogen in the form of urea was applied at doses N0, N50, N100.

Species composition affected all indicators monitored permanent grassland, while also have an influence on yield formation. Nitrogen fertilization without other nutrients to the experimental flat Kameničky did not manifest into higher yields, higher species diversity and quality of the grassland. N fertilization increased portion of more valuable grasses at the expense of other herbal, but put down ($P < 0.05$) representation intergeneric hybrid *Festulolium pabulare*.

Liming had an impact of plant species which have been adapted to the acidic environment and also not increased yields. In species composition increased ($P < 0.05$) representation *Festuca rubra* L., *Agrostis* spp. that have low requirements on nutrients and there were no ($P < 0.05$) *Alopecurus pratensis* L. and *Ranunculus repens* L. Liming not caused higher diversity and not caused the quality of grassland.

Key words: Calcium, nitrogen, ground limestone, fertilizer, soil reaction, grassland, floristic composition, diversity, quality of grassland.

OBSAH

1 ÚVOD	10
2 CÍL PRÁCE	11
3 LITERÁRNÍ PŘEHLED	12
3.1 VÝZNAM TRAVNÍCH POROSTŮ	12
3.1.1 <i>Produkční funkce</i>	12
3.1.2 <i>Mimoprodukční funkce</i>	12
3.2 TRAVNÍ POROSTY V ČR	13
3.3 AGROBOTANICKÁ SKLADBA TTP	14
3.3.1 <i>Trávy</i>	14
3.3.2 <i>Jeteloviny</i>	14
3.3.3 <i>Ostatní byliny</i>	15
3.4 PRATOTECHNIKA TRAVNÍCH POROSTŮ.....	15
3.4.1 <i>Sečení</i>	15
3.4.2 <i>Výživa a hnojení</i>	15
3.4.2.1 <i>Dusík</i>	16
3.4.2.2 <i>Fosfor</i>	17
3.4.2.3 <i>Draslík</i>	18
3.4.2.4 <i>Hořčík</i>	19
3.5 VÁPŇENÍ.....	19
3.5.1 <i>Půdní sorpční komplex</i>	20
3.5.2 <i>Půdní reakce (pH půdy)</i>	21
3.5.3 <i>Funkce vápníku</i>	22
3.5.4 <i>Způsoby vápnění TTP</i>	23
3.5.4.1 <i>Udržovací vápnění</i>	24
3.5.4.2 <i>Meliorační vápnění</i>	24
4 MATERIÁL A METODIKA	26
4.1 CHARAKTERISTIKA STANOVIŠTĚ.....	26
4.1.1 <i>Klimatické podmínky stanoviště</i>	27
4.1.2 <i>Uspořádání pokusu</i>	28
4.1.3 <i>Ošetřování pokusu</i>	28
4.1.4 <i>Sečení</i>	28
4.2 HODNOCENÉ UKAZATELE	28
4.2.1 <i>Výnosy suché hmoty</i>	28
4.2.2 <i>Podíl agrobotanických skupin</i>	29
4.2.3 <i>Podíl jednotlivých druhů</i>	29
4.2.4 <i>Druhová rozmanitost</i>	29
4.2.4.1 <i>Počet druhů v porostu</i>	29

4.2.4.2 Hillův index diverzity N_2	29
4.2.5 Kvalita travního porostu.....	30
4.2.5.1 Kvalita E_{GQ}	30
4.3 STATISTICKÉ VYHODNOCENÍ	31
5 VÝSLEDKY A DISKUZE.....	32
5.1 VÝNOSY SUCHÉ HMOTY	32
5.1.1 Výnosy jednotlivých sečí první rok po vápnění.....	32
5.1.2 Výnosy jednotlivých sečí druhý rok po vápnění.....	33
5.1.3 Suma výnosů první a druhý rok po vápnění.....	35
5.2 PODÍL AGROBOTANICKÝCH SKUPIN	37
5.2.1 Trávy.....	39
5.2.2 Jeteloviny.....	40
5.2.3 Byliny.....	42
5.3 PODÍL JEDNOTLIVÝCH DRUHŮ.....	42
5.3.1 <i>Festulolium pabulare</i>	42
5.3.2 Kostřava červená (<i>Festuca rubra</i> L.)	44
5.3.3 Lipnice luční (<i>Poa pratensis</i> L.)	45
5.3.4 Medyněk vlnatý (<i>Holcus lanatus</i> L.)	47
5.3.5 Psárka luční (<i>Alopecurus pratensis</i> L.)	48
5.3.6 Psinečky (<i>Agrostis</i> spp.).....	49
5.3.7 Jetel plazivý (<i>Trifolium repens</i> L.).....	50
5.3.8 Pryskeřník plazivý (<i>Ranunculus repens</i> L.)	52
5.3.9 Pryskeřník prudký (<i>Ranunculus acris</i> L.)	53
5.3.10 Rdesno hadí kořen (<i>Bistorta major</i> Gray)	54
5.3.11 Ostrice (<i>Carex</i> spp.)	55
5.3.12 Sítina klubkatá (<i>Juncus conglomeratus</i> L.).....	56
5.4 DRUHOVÁ ROZMANITOST	57
5.4.1 Počet druhů v porostech.....	57
5.4.2 Hillův index diverzity N_2	58
5.5 KVALITA TRAVNÍHO POROSTU	59
6 ZÁVĚR.....	61
7 POUŽITÁ LITERATURA	63
8 SEZNAM OBRÁZKŮ	70
9 SEZNAM TABULEK	71
10 PŘÍLOHY	10

1 ÚVOD

Trvalé travní porosty (TTP) jsou významnou součástí zemědělské půdy. Z celkové výměry zemědělské půdy (3 516 tis. ha) představují zhruba jednu čtvrtinu ploch (997 tis. ha). S rozvojem bioplynových stanic nabývají spolu s kukuřicí na významu. Vlivem dlouhodobě extenzivně využívaných lučních porostů došlo ke zhoršení stavu spočívající ve změnách druhové skladby na úkoru kvality a kvantity. Nadbytek travních porostů pak má v současné době velké rezervy ve využití. Rozsáhlé plochy travních porostů, ale nedostatek zvířat pro jejich plné zužitkování otvírají možnost prosazení v energetickém využití bioplynových stanic. Spontánně produkovaná fytomasa travních porostů pícninářsky nevyužívaných zatěžuje a ovlivňuje travní ekosystémy. Na rozsáhlých plochách porostů, ležících ladem, se pozměňuje jejich botanické složení, vznik, nárůst a rozklad píce. Zlepšení takové situace spočívá mimo jiné v úpravě pH a hnojení, která jsou významnými pratotechnickými opatřeními. Půdní reakce je jedním ze základních ukazatelů půdní úrodnosti, protože má vliv na chemické, biologické a fyzikální vlastnosti půdy. Mimo N-hnojiva představují PK-hnojiva jeden z nejdražších vstupů do agroekosystému lučního porostu, čímž prodražují produkci. Fosfor, který je nejvíce přijatelný v úzkém rozpětí pH 6,5 až 7,0, by mohl být mobilizován po úpravě půdní reakce vápněním. Při sníženém příjmu fosforu rostlinami jsou ovlivňovány důležité procesy související s fotosyntézou, s následným snížením výnosů a kvality píce. Naopak vápník by mohl zároveň způsobit vytěsnění kromě H^+ i ostatních užitečných kationtů (K^+ , Mg^{2+} , NH_4^+) do půdního roztoku a tím podpořit lepší příjem rostlinami.

Mimo dané půdně-klimatické podmínky, technologie sklizně a posklizňové úpravy představují průmyslová hnojiva významný intenzifikační faktor pro zvyšování produkce a kvality píce. Konečný efekt optimálního hnojení nezávisí tak jen na výnosech a kvalitě, ale také na obhospodařování travních porostů a uplatnění s následným zhodnocením v živočišné výrobě či energetickém využití.

2 CÍL PRÁCE

Cílem diplomové práce je posoudit, jak se vápnění a zvýšení dávek dusíku promítne do skladby rostlinného společenstva a výnosů trvalého travního porostu během dvouletého časového horizontu.

Zodpovězeny by měly být následující otázky:

- 1) Ovlivní vápnění a dusíkatá hnojiva v prvních letech po aplikaci výnosy sušiny trvalého travního porostu?
- 2) Promítne se vápnění a dusíkaté hnojení ve změně jednotlivých agrobotanických skupin?
- 3) Jak budou jednotlivé druhy reagovat svým podílem v porostu na vápnění a dusíkaté hnojení?
- 4) Bude se podílet vápnění a dusíkaté hnojení na druhové diverzitě travního porostu?
- 5) Zlepší se kvalita travního porostu?

3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

3.1 Význam travních porostů

Travní porosty jsou důležitým rostlinným společenstvem sloužícím k zachování diverzity. Podle ŠRÁMKA et al. (2001) jsou to právě luční ekosystémy, které znamenají největší diverzitu druhů a biotopů. Jejich hlavní význam je hospodářský, resp. produkční, protože jsou hlavním zdrojem levné a zdravé píce. Oproti orné půdě mají v krajině řadu ostatních důležitých funkcí mimoprodukčních (RYCHNOVSKÁ, 1985). Převážná část vznikla hospodářskou činností a odlesňováním a tím se vytvořil prostor pro pole a pastviny. Přírozené louky je možno najít pouze v alpském pásmu pohoří nad horní hranicí lesa, přičemž patří mezi nejstabilnější ekosystémy. Takové louky byly rozšířeny do nižších pásem na úkor lesní vegetace, pak se mluví o polopřírozeném travním porostu (ŠRÁMEK et al., 2001).

3.1.1 Produkční funkce

Travní porosty jsou levným přírodním zdrojem píce pro skot, jiné přežvýkavce a koně. Často využívají celé vegetační období k růstu a tvorbě výnosů. Výnosy suché píce se pohybují v rozmezí 3 – 10 t.ha⁻¹ dle úrodnosti, vodního režimu a úrovně hnojení (VELICH, 1996). V klimatických podmínkách ČR jsou přibližné výnosy sušiny nehojených travních porostů v rozmezí 0,5 – 1,5 t.ha⁻¹ v horských, kolem 3 t.ha⁻¹ v podhorských oblastech a nad 5 t.ha⁻¹ v nížinách (MIKULKA et al., 2009). Intenzivním hnojením se zvyšuje produkční schopnost, ale je negativně ovlivněna biodiverzita travních porostů (JANČOVIČ et al., 2004). Přihnojením se mohou výnosy zvýšit 2 – 3x dle půdně klimatických podmínek (MIKULKA et al., 2009).

3.1.2 Mimoprodukční funkce

Travní porosty mají i významné mimoprodukční funkce, tj. ekologická funkce v tvorbě a ochraně krajiny a životního prostředí. Jedná se především o protierozní funkci na svažitéch pozemcích a v záplavových oblastech podél vodních toků. Díky kvalitnímu zakořenění a vyššímu obsahu humusu jsou chráněny podzemní vody před znečištěním, např. nitráty. Množství nitrátového N, kterého se ročně odplaví z 1 ha travního porostu 2 – 5 kg, představuje 1/10 oproti půdě orné. Dále louky zamezují ztráty

splavováním živin z výše položených polí. Po sklizni píče vrátíme tyto živiny do agroekosystému (VELICH, 1996).

Botanická skladba TTP ovlivňuje kromě produkční funkce i funkci mimoprodukční. Hnojením a správným využíváním je možno zkulturnit méně hodnotné porosty (MRKVIČKA a VESELÁ, 2001).

3.2 Travní porosty v ČR

Náš stát patří z geobotanického hlediska do lesního pásma, proto přirozené travní porosty nejsou prvotní rostlinnou formací (MRKVIČKA a VESELÁ, 2001). Prvotní a přirozené travinné formace se u nás nacházejí jen v malém rozsahu nad horní hranicí lesa, na rašeliništích, močálech a fragmentech lesostepi. Všechny ostatní louky a pastviny jsou náhradními společenstvy lesů a pravděpodobně by se znovu samovolně zalesnily, kdyby se antropogenní činností neudržovaly v produkčním stavu. Louky a pastviny mohou být přirozené, polopřirozené a umělé (PETR et al., 1980).

Přirozené travní porosty jsou determinovány spontánní druhovou skladbou, která je dána v interakci s typem stanoviště. (PETR et al., 1980). Díky pestrosti ekologických podmínek je zde rozšířen velký počet druhů ze skupin trav, jetelovin a ostatních bylin. Pokud by se přičetla i z hospodářského hlediska extrémní stanoviště, druhová skladba by zaujímala více než 3 tis. druhů a poddruhů (MRKVIČKA a VESELÁ, 2001).

O vytvoření tzv. polopřirozených travních porostů se zasadil člověk citelným zásahem do původního společenstva. Týká se především stanovištních faktorů, tj. živiny, pH, vodní režim a druhová skladba (PETR et al., 1980). Bez vlivu člověka by se přetvořily v lesní formaci. Při obhospodařování lučních a pastevních porostů je druhová rozmanitost menší do 250 druhů oproti přírodním travním porostům (MRKVIČKA a VESELÁ, 2001).

Umělé travní porosty vznikly rekultivací a zasetím požadované travní či jetelotravní směsi. Jsou vysoce produktivní, ale autoregulační stabilita je u nich nižší (PETR et al., 1980).

3.3 Agrobotanická skladba TTP

ZIMOLKA (2008) uvádí, že travní porosty lze posuzovat z botanického pojetí za společenstva s dominantním zastoupením trav, vikvovitých druhů a dvouděložných druhů (bylin). Zatímco ŠRÁMEK et al. (2001) charakterizuje travní porosty jako rostlinné formace s převládající složkou lipnicovitých druhů, rostlin trávovitého vzhledu – ostřic, sítin, skřípin a ostatních bylin a křovin. FIALA et al. (2007) zdůrazňuje rovnováhu hlavních agrobotanických skupin (trávy, jeteloviny, byliny) na dobře zásobených plochách živinami, kde se nepřehnojuje dusíkem.

Ve výzkumu, který provedl VÚRV, Praha-Ruzyně, bylo porovnáno 3-leté působení statkových a minerálních hnojiv na agrobotanické skupiny. Z uvedených výsledků je zřetelný rozdíl, kdy minerální hnojiva (N hnojiva) více podporují trávy, ale potlačují jeteloviny. Statkovými hnojivy jsou porosty vyrovnanější s vyšším podílem jetelovin. Zároveň byl zjištěn průkazný rozdíl ve výnosech sušiny ve prospěch minerálních hnojiv oproti statkovým (FIALA et al., 2007).

3.3.1 Trávy

Tato skupina je velice obsáhlou a rozmanitou čeledí. Výskyt je vázán na travinné ekosystémy (ŠRÁMEK et al., 2001). Za příznivých podmínek jsou to právě trávy, které dominují v TTP. Druhová skladba lučních porostů má vysoký význam pro uplatnění produkčních možností a promítnutí v kvalitativní stránce vyprodukované píce. Důležitá je i správná volba pratotechnických opatření, která zkulturnují luční porosty, anebo si díky tomu dokážou zachovat jejich produkční schopnost (MRKVIČKA a VESELÁ, 2001). Dle THÖNI cit. podle HRABĚTE a BUCHGRABERA (2009) by měly pícní trávy ve společenstvu zaujímat optimálně 50 – 70 %.

3.3.2 Jeteloviny

Výskyt vikvovitých je obecně vyšší u pastvin a v porostech s nízkou úrovní N-hnojení (HRABĚ a BUCHGRABER, 2009). Dle THÖNI cit. podle HRABĚTE a BUCHGRABERA (2009) by měly vikvovité druhy ve společenstvu zaujímat optimálně 5 – 30 %.

3.3.3 Ostatní byliny

Převaha dvouděložných bylin znamená zhoršené ekologické podmínky (MRKVIČKA a VESELÁ, 2001) Dle THÖNI cit. podle HRABĚTE a BUCHGRABERA (2009) by měly ostatní bylinné druhy ve společenstvu zaujímat optimálně 20 – 40 % s podmínkou, že jemnolisté druhy jako např. smetánka aj. se podílí na 15 – 30 %, a málohodnotné trávy, byliny a hruběji stébelné druhy do 10 %, přičemž plevelé jako pryskyřník prudký jsou v porostu zcela nežádoucí.

3.4 Pratotechnika travních porostů

3.4.1 Sečení

Využití luk kosením ovlivňuje druhové složení a produkci (NOVÁK, 2008). Spásané porosty se od lučních odlišují svým složením, protože pastva začíná kolem výšky porostu 10 – 15 cm, zatímco luční porost je kosen na počátku metání dominantních druhů trav. To znamená, že je podstatně vyšší porost, proto se u pastvin mohou uplatnit nižší druhy trav, jetel plazivý, poléhavé druhy a rostliny s přízemní listou růžicí (SVOBODOVÁ et al., 2016).

3.4.2 Výživa a hnojení

Nejvýznamnějšími ekologickými faktory působícími na druhovou skladbu, produkci a kvalitu krmiv z travních porostů je vodní a živinový režim. Travní porosty mají vysokou produkční schopnost, která je dána tím, že smíšená společenstva trav, jetelovin a bylin komplexněji využívají půdní prostor k příjmu vody a živin i nadzemní prostor k využívání sluneční energie. Fotosyntéza i příjem živin je využíván jak ve vegetačním období, tak i částečně mimo vegetační období, protože travní porosty jsou typické zelenou listovou hmotou po celý rok (VOZÁR a JANČOVIČ in SKLÁDANKA et al., 2014). Intenzivní hnojení a využívání znamená vzestup produkční schopnosti travních porostů, přičemž negativně ovlivňuje jejich biodiverzitu (JANČOVIČ et al., 2004). Dle ZIMOLKY (2008) má výživa a hnojení ve spojení se způsobem využívání (kosení, spásání, střídavé využívání) hlavní vliv na produkci, kvalitu píce a změnu porostové skladby (sukcese). Jak potvrzují HORKÝ et al. (2013) zhoršující stav travních porostů je mnohdy zapříčiněn nedostatkovou výživou. Sledovaný travní porost bývá často před hnojením druhově pestrý, s převahou travních druhů (kolem 73 %), dvouděložných

druhů (27 %) a z toho s 2% podílem jetelovin (JANČOVIČ et al., 2004). KOMÁREK et al. (2004) prokázali při zvyšující se dávce minerálního hnojení snížený počet nativních druhů i celkový počet rostlinných druhů.

Hlavním požadavkem výživy a hnojení je zajištění požadované a vyrovnané bilance živin v travním ekosystému pro dosažení žádoucího stavu produkce a kvality vč. ostatních složek ekosystému, tj. konzumentů a reducentů (rozkladačů) (ZIMOLKA, 2008, HRABĚ a BUCHGRABER, 2009).

Podle HRABĚTE a BUCHGRABERA (2009) podniky s kombinací rostlinné a živočišné výroby upřednostňují v ČR na TTP minerální hnojiva. Statková hnojiva jsou využita přednostněji u intenzivních polních plodin.

3.4.2.1 Dusík

Hlavním zdrojem N lučního porostu je vzdušný dusík, který je dán poutáním mikroorganismy rodu *Rhizobium*, žijícími v symbióze kořenů leguminóz. Obecně platí, že 1 % podílu vikvovité složky v porostu je ekvivalentem 3 kg N v minerálním hnojivu. Menší část dusíku může být dodána volně žijícími organismy a mykorrhizou hub na kořenech trav (cca 10 kg.ha⁻¹ N) (VELICH, 1996, RYANT a SKLÁDANKA, 2004). V menší míře se uplatňuje výživa N-hnojením (VELICH, 1996).

Dusík jako složka chlorofylu se spolupodílí na přeměně kinetické sluneční energie na energii chemickou, přičemž je sám základním stavebním prvkem všech aminokyselin v rostlině, ze kterých je pak vybudována každá makromolekula bílkoviny (RICHTER a HLUŠEK, 1999). Dusík působí na rostliny nejvýrazněji, protože zvyšuje počet odnoží (RYANT a SKLÁDANKA, 2004), podporuje rychlejší a mohutnější růst, převážně vyšších druhů trav, což zapříčiní zastínění nižších trav, jetelovin a ostatních bylin (STRAKA a HRABĚ, 2009, MIKULKA et al., 2009), sníží se jejich konkurenční schopnost a postupně ustupují z porostu, takže dochází ke snížení počtu rostlinných druhů (VANĚK, 2002, NOVÁK, 2008). Jak dokládá VOZÁR a JANČOVIČ in SKLÁDANKA et al. (2014) vliv dusíku na druhovou skladbu je výrazný, kdy např. pravidelně opakující se hnojení jednorázovými dávkami nad 50 kg.ha⁻¹ na lučních porostech sníží podíl jetelovin na bezvýznamnou část porostu. GAISLER et al. (1998) a VELICH (1986) poukazují na druhy, které se stoupající dávkou N-hnojení rozšířily. Jde o druhy: *Alopecurus pratensis* L. (kolem 75 %) a *Poa Pratensis* L. (10 %). Zároveň

však MRKVIČKA a VESELÁ (1997) prokázali, že výnosy suché hmoty nehnojených ploch dusíkem jsou během čtyřletého pozorování oproti výnosům parcel s úrovní hnojení N₁₀₀₋₂₀₀₋₃₀₀₋₄₀₀ (+P₄₀K₁₀₀) o cca 40 % nižší. Po vynechání N-hnojení došlo i k patrným změnám v nižší pokryvnosti porostu, na kterých se podílí trávy jako: *Dactylis glomerata* L., *Arrhenatherum elatius* Presl., *Festuca pratensis* Huds., *Alopecurus pratensis* L., ale i nekulturní trávy jako *Elytrigia repens* Desv. Zvyšuje se však dominance druhů jako *Poa pratensis* L. a *Trisetum flavescens* P. Beauv, *Festuca rubra* L., *Holcus mollis*, *Agrostis capillaris* L. (GAISLER et al., 1998). Přičemž zvýšená dominance jiných druhů leguminóz, jiných dvouděložných a plevelů nestihla nahradit zapojení porostu. Při dlouhodobém hnojení N v dávkách 100 až 400 kg⁻¹ (+PK) se zvýšily výnosy v lučních pokusech o 45 až 180 % a došlo k obecným změnám v druhovém složení porostu (MRKVIČKA a VESELÁ, 1997). Naopak FIALA et al. (2007) prokázal u dvousečného porostu při stupňovaných dávkách N₅₄, N₈₄, N₁₂₀ jen málo znatelný rozdíl ve výnosech sušiny a zdůrazňuje pokles výnosů při zvýšeném počtu sečí (více jak 2 až 3), ale zvyšující se kvalitu píce.

NEUBERG et al. (1995) doporučuje luční porosty hnojit dusíkem jednorázově. Avšak v oblastech s vysokými srážkami při dávkách nad 80 kg je efektivní aplikovat hnojivo na počátku vegetace a po první seči. Z ekologických podmínek ovlivňuje produkční efekt N zejména obsah ostatních prvků v půdě, vodní režim, sorpční komplex, humus, pH (PETR et al., 1980).

Tab. 3.1: Odběr živin trvalým travním porostem v sečném využití (RYANT, 2004)

Způsob využívání	Odběr živin v kg na 1 t suché píce				
	N	P	K	Ca	Mg
2 – 3 seče, 1. ve fázi metání	16,0 – 22,0	2,5 – 3,0	18,0 – 25,0	5,0 – 8,0	1,5 – 3,0

3.4.2.2 Fosfor

Fosfor, který se dostal do půdy ve formě hnojiv ve velké míře (až z 90 %), podléhá přeměně na obtížně rozpustné a rostlinám méně dostupné formy fosfátů. Při vzájemném porovnání koeficientů jednotlivých makrobiogenních prvků: N 40 – 90 %, K 45 – 70 %, představuje P při 10 – 25 % malý podíl oproti využitelnosti ostatních živin (VOPLAKAL, 2001). Rozpustnost fosforu je závislá na iontových vlastnostech půdy,

na pH a sorpčním komplexu půdy a zvyšuje se s množstvím fosforu adsorbovaného v povrchové vrstvě půdních minerálů (RYCHNOVSKÁ, 1985). Dostatek vápníku v půdě příznivě ovlivňuje účinnost fosforu tím, že zpomaluje zvrhávání kyseliny fosforečné (LESÁK, 1971).

Fosfor se vyznačuje tím, že je v lučném porostu málo pohyblivý, takže má malou počáteční účinnost a projeví se až po 2 až 3 letech hnojení (VESELÁ et al., 2001). Může se tedy kdykoli dodat do zásoby. Fosfor má menší význam než dusík a v porostech naopak podporuje výskyt jetelovin (VANĚK, 2002). Půdní reakce ovlivňuje formování fosforu v půdním roztoku a dostupnost fosforu pro rostliny (SNYDER a LEEP in BARNES, 2007). Při horší zásobě čerpají P a K jeteloviny s tím, že trávy a ostatní byliny získají dusík hlízkových bakterií (FIALA et al., 2007). U některých travních porostů se nezdá, že by měl dusík vliv na produkci, pokud dominují rostliny, které jsou v dobré symbióze s mykorrhizou (GIBSON, 2009). V případě leguminóz, ale i mykorrhizy vyžaduje redukce vzdušného dusíku velké množství energie, kdy je vytvořený amoniak pohotově vázán na oxokyseliny za vzniku aminokyselin (glutamová, glutamin) (RICHTER a HLUŠEK, 1999). Obecně platí, že PK-hnojením se zvýší podíl leguminóz na úkor méně hodnotnějších ostatních dvouděložných druhů (VELICH, 1996). To dokazují i GAISLER et al. (1998), kdy se ve variantě 0 N + 30 P + 60 K rozšířili *Trifolium repens* L. a *Vicia cracca* L. Pozitivní vliv na vikvovité dokládá i Šimon (1985), čímž se zvyšuje kvalita luční píče (RYANT a SKLÁDANKA, 2004).

3.4.2.3 Draslík

Zásobenost draslíkem v luční půdě je mnohem lepší než fosforem. Nadbytek draslíku by snižoval kvalitu píče. Při dobré zásobě draslíku v půdě nedochází k ústupu jetelovin, jelikož jeteloviny mají horší schopnost pro jeho příjem či utilizaci u půd s nižší zásobeností. V takových případech, jako je nižší zásobenost tímto prvkem, dochází ke konkurenci trav s jetelovinami. Při opačném extrému, tj. přehnojení draslíkem, dochází k akumulaci draslíku v sušině trav, ústupu jetelovin a trávy jsou vyselektovány širokolistými rostlinami, ve značné míře šťovíky (VANĚK, 2002). Hnojení draslíkem zároveň zvyšuje odolnost rostlin proti nízkým teplotám a chorobám (RYANT a SKLÁDANKA, 2004). VELICH a MRKVIČKA (1988) ve svých pokusech prokázali zhoršení kvality píče v nadměrné koncentraci draslíku (2,4 %) a zvýšeném tetanovém kvocientu (3,3) v první nejvýnosnější seči při obvyklém podzimním nebo

jarním hnojení touto živinou. V dalších sečích se však koncentrace draslíku v píci snížily. Hnojením draslíkem po první seči se zvýšily výnosy a snížil obsah nitrátů v píci ve druhé seči.

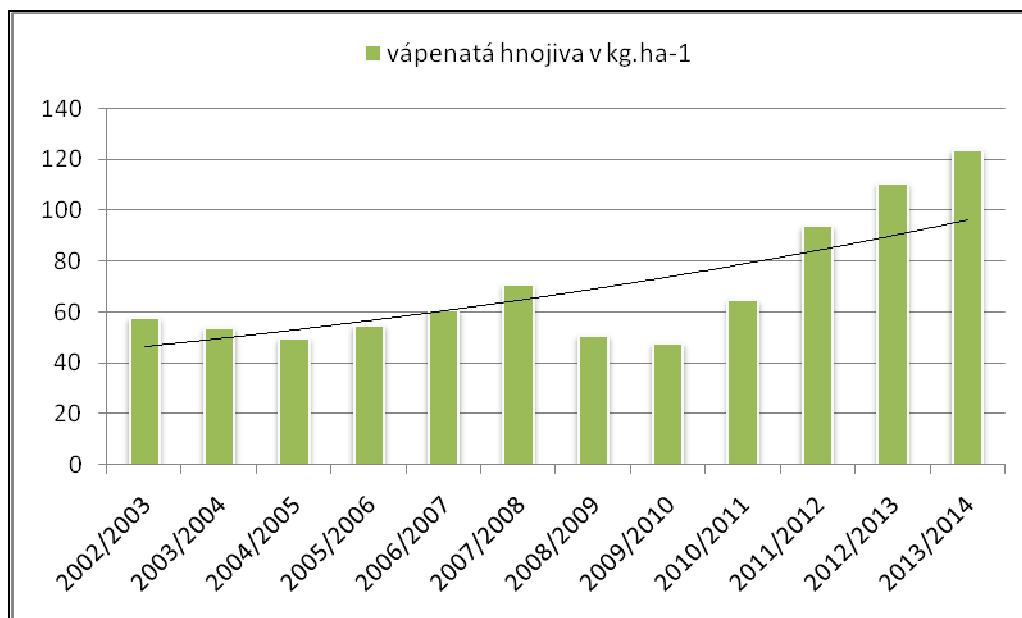
3.4.2.4 Hořčík

V určitých situacích je transport této živiny v rostlině závislý na vápníku. Hořčík je však pohyblivější než vápník, a to až třikrát více. Malý obsah hořčíku v píci negativně ovlivňuje užitek z zvířat, tím že jeho deficiencie v krmivu je příčinou onemocnění pastevní hypomagnemie (RICHTER a HLUŠEK, 1999). Optimální tetanický poměr $K : (Ca + Mg) \leq 2,2$ (VOZÁR a JANČOVIČ in SKLÁDANKA et al., 2014)

3.5 Vápnění

Vápnění u travních porostů je odlišnější od vápnění orné půdy především proto, že půdy pod travními porosty jsou charakteristické pro svůj vyšší obsah organické hmoty v souvislosti s vyšší pufovítostí (ústojčivostí), tj. schopností půdy bránit se změnám půdní reakce spočívající v udržení stále koncentrace vodíkových iontů v půdním roztoku (KRÁLOVEC in VANĚK, 1991, JANDÁK et al., 2007). Přes výrazný pokles vápnění na zemědělských půdách od roku 1989 začíná spotřeba vápenných hmot opět pomalu stoupat (obr. 3.1), přičemž se dostávají do podvědomí lidí jejich nezastupitelné funkce (obr. 3.2). Udržování pH v optimálním rozmezí je základním faktorem efektivního NPK-hnojení (VELICH, 1996). Upravení aciditních podmínek a sycení sorpčního komplexu Ca, popř. i Mg patří mezi nejvýznamnější funkce vápnění (VANĚK et al., 1997). Z produkčního hlediska může dojít po Ca-hnojení ke krátkodobému (2 – 3 roky) zvýšení produkce, které je dáno vytěsněním živin Ca ze sorpčního komplexu půdy (HRABĚ a BUCHGRABER, 2009). VELICH (1996) doporučuje kyselé luční půdy vápnit jen v případě porostů hnojených ostatními živinami. Také uvádí, že při dobré zásobenosti P a K vápnění podpoří leguminózy. Podle FIALY et al. (2007) pokles pH v půdě pod travními porosty je znatelný až při vysokých dávkách N ($200 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) a výnosech sušiny vyšších než $8 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. V německém pícninářském pokusu, který trval 64 let a řešilo se v něm vápnění a následné hnojení N dominovaly ostřice (*Carex panicea* L., *Carex pilulifera* L.) a z trav třeslice prostřední (*Briza media* L.). Zároveň bylo zjištěno, že vysoké travní druhy po provedeném Ca a N-hnojení zcela vymizely. Trávy jako psárka luční (*Alopecurus*

pratensis L.), ovsík vyvýšený (*Arrhenatherum elatius* L.) a trojštět žlutavý (*Trisetum flavescens*) dominovaly až po aplikaci hnojiv Ca a NP či Ca a NPK (HEJCMAN a SCHELLBERG in ELSWORTH a PALEY, 2009).



Obr. 3.1: Spotřeba vápenatých hnojiv

3.5.1 Půdní sorpční komplex

Půdní sorpční komplex charakterizuje půdní koloidy podílející se na výměnných reakcích (JANDÁK et al., 2007). Při vstupu látek do kořenové soustavy rostlin mají význam takové formy, které se nacházejí v půdním roztoku a které jsou zpětně poutány na tuhou fázi půdy, resp. na půdní sorpční komplex (RICHTER a HLUŠEK, 2003).

Podstatným indikátorem úrodnosti půdy z hlediska schopnosti vázat dostatek živin přístupným rostlinám je hodnota maximální sorpční kapacity půdy. Reprezentuje celkovou výměnnou sorpční kapacitu kationtů, resp. max. množství kationtů, které může poutat či vyměnit váhová jednotka 1 kg zeminy (FIALA a KRHOVJÁKOVÁ, 2009).

Z požadavků současného stavu sorpčního komplexu půdy je nejdůležitější navázaná suma bazických kationtů (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+ i NH_4^+), která se vztahuje na 1 kg vzorku. Pro ideální nasycení sorpčního komplexu výměnnými bázemi je zapotřebí 60 - 80% nasycení vápníkem, 10 - 20% hořčíkem a ne více než 5% draslíkem. U kyselých půd je kromě bazických kationtů přítomno i určité množství vodíkových iontů.

Stupeň nasycení je nižší, čím je větší množství vodíkových iontů (FIALA a KRHOVJÁKOVÁ, 2009).

3.5.2 Půdní reakce (pH půdy)

Půdní reakce je indikátorem stupně nasycenosti iontů půdního sorpčního komplexu (FIALA a KRHOVJÁKOVÁ, 2009). Půdní reakce neboli pH půdy znamená koncentraci vodíkových iontů v půdním roztoku. Větší množství H^+ iontů je uvolňováno do půdního roztoku při rozkladu organické hmoty a během příjmu živin rostlinami a tím se i více okyseluje půda. Při používání některých hnojiv (síran amonný) ve vysokých dávkách a anaerobních podmínkách v půdě (tvorba organických kyselin) se snižuje hodnota půdní reakce (HEJDUK, 2008). Efektivní kationtová výměnná kapacita půd se zvyšuje, jak stoupá pH půdy, což ovlivňuje zadržení K^+ a dalších kationtů (SNYDER a LEEP in BARNES et al., 2007). Je známo, že pH půdy ovlivňuje všechny fáze růstu rostlin, odolnost vůči chorobám a nízkým teplotám, vytrvalost rostlin, výnos a kvalitu píce (TOMICÍ et al., 2014).

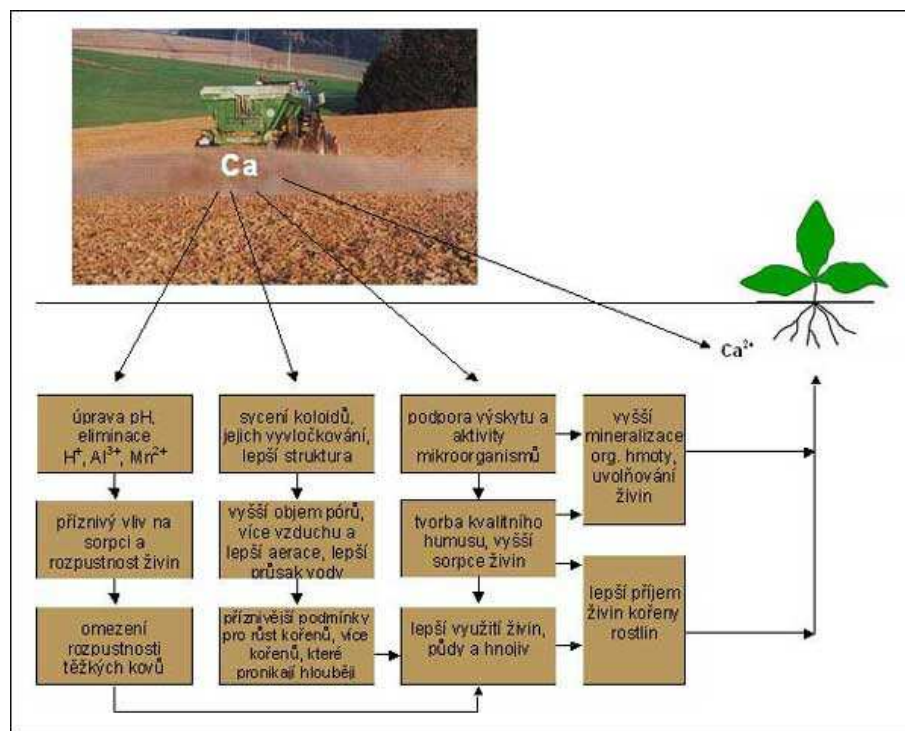
Mnoho druhů rostlin aktivně roste v rozmezí pH 4,0 – 8,5, ale ne stejnou rychlostí v celém rozmezí (WHITEHEAD, 2000). Optimální hodnota pH půd travních porostů má mnohem užší rozmezí a liší se mezi jednotlivými druhy. Navzdory těmto rozdílům existuje jednotné optimální rozmezí pH pro travní porosty, které se odlišuje v jednotlivých státech (ČOP, 2014). Obecně dle VAŇKA (2002) je optimální hodnota pH pro většinu půd s trvalými travními porosty kolem 5. WHITEHEAD (2000) doporučuje pH kolem 6. Pro podmínky ČR podle HORKÉHO et al. (2013) a VELICHA (1996) je pro travní porosty kulturních trav a ostatních hodnotných druhů optimální pH slabě kyselé (pH 5,5 pro lehčí a 6,5 pro těžší půdy). Nad hodnotu pH 6 a vyšší je vápnění zbytečné a škodlivé, protože může stoupnout podíl dvouděložných druhů. Ve většině případů nebyl zjištěn vliv vápnění na výnos ani na obsah prvků v píci. To potvrzuje i VELICH (1996) a KRÁLOVEC in VANĚK (1991). Dodávají, že ke zvýšení produkce po vápnění dochází zřídka a mohou se přechodně zvýšit výnosy mobilizací půdních živin, kdy po jejich vyčerpání může nastat i pokles výnosů pod výchozí úroveň. Nefunguje tedy jednoduchý vztah mezi vápněním a výnosem píce. To však neplatí o vztahu vápnění a využití jednotlivých živin. Jak uvádí VOZÁR a JANČOVIČ in SKLÁDANKA (2013) plné využití dusíku znamená i upravenou půdní reakci. V pokusech lze často zaznamenat vysokou kladnou korelaci mezi hodnotou pH a

obsahem Ca v půdě (TRÁVNÍK et al., 1998). V polním pokusu TRÁVNÍK et al. (1998) zároveň zjistil, že samotným vápněním dojde ke zvýšení výnosů o 2 až 17,8 % (v průměru všech stanovišť pak o 9,1 %).

3.5.3 Funkce vápníku

Celkový obsah vápníku v půdě se pohybuje v rozmezí 0,15 – 6 %, přičemž střední obsah je odhadován na 2 %. Z půd obsahují nejméně vápníku půdy písčité v humidních oblastech a naopak nejvíce půdy karbonátové (RYANT, 2003).

Vápněním se ovlivní obsah Ca v píci a může se zvýšit zastoupení hodnotných druhů v porostu, převážně jetelovin, mající vyšší obsah Ca. Takové změny lze zaznamenat jen na velmi kyselých půdách s pH pod 5 (POULÍK, 1996). WHITEHEAD (2000) je však přesvědčen, že nežádoucí účinky na růst rostlin nejsou přímo kvůli nedostatku Ca, ale kvůli snížené dostupnosti P a toxicitě zvýšeného množství Al a Mn v půdě. V důsledku toho se vápněním zvýší výnos (STEVENS a LAUGHLIN, 1996), sníží se jeden z těchto negativních účinků či dojde ke zvýšení mineralizace N (WHEELER, 1998). Mimo to ještě SCHELLBERG et al. (2001) varují před acidifikací půdy, protože podporuje splavování P a Mg do hlubších vrstev půdy. Z výsledků POULÍKA a ŘÍMOVSKÉHO (1997) vyplývá, že hnojení travních porostů kejdou oproti průmyslovým hnojivům vede k poklesu koncentrace P v píci, ale naopak dochází k nárůstu koncentrace Ca.



Obr. 3.2: Působení Ca v půdě

(http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/vyziva_rostlin/html/agrochemie_pudy/)

3.5.4 Způsoby vápnění TTP

Potřeba vápnění travních porostů je determinována cíli tohoto opatření. Prvotním cílem je zachování dostatečné zásoby Ca (odběr sklizní 7 kg.t^{-1} suché píče) v půdě z důvodu růstu a vývoje rostlin, ztrát vyplavením (asi 30 kg.ha^{-1}), zdravotního stavu zvířat a v neposlední řadě udržení optimální hodnoty pH (okyselující účinek nitrifikace, neutralizace fyziologicky kyselých hnojiv a atmosférických spadů) (HRABĚ a BUCHGRABER, 2009). Vzhledem k nitrifikaci je větší tendence k okyselení, jsou-li použita hnojiva s amonnou formou N a močovina (CHAMBER a GARWOOD, 1998). V takovém případě je hnojení Ca myšleno jako vápnění udržovací.

Druhotným cílem je úprava chemismu půd a tím dosažení optimálních pH hodnot a fyzikálních vlastností (vodní, vlhkostní a vzdušný režim půdy). Pak se jedná o vápnění meliorační (VELICH, 1996, WHITEHEAD, 2000, HRABĚ a BUCHGRABER, 2009), aplikováno v různých dávkách na základě hodnoty pH/KCl a půdním druhu (tab. 3.2), (POULÍK, 1996).

Tab. 3.2: Potřeba vápnění TTP (TRÁVNÍK, et al., 2014)

lehká půda		střední půda		těžká půda	
pH	t CaO (Ca) . ha ⁻¹	pH	t CaO (Ca) . ha ⁻¹	pH	t CaO (Ca) . ha ⁻¹
do 4,5	0,50 (0,36)	do 4,5	0,70 (0,50)	do 4,5	0,90 (0,64)
4,6 - 5,0	0,30 (0,21)	4,6 - 5,0	0,50 (0,36)	4,6 - 5,0	0,70 (0,50)

Vápenatá hnojiva jsou ve vodě zcela nebo zčásti nerozpustná. Z takového důvodu je třeba posoudit jejich účinnost v kontrastu ostatních průmyslových hnojiv, které bývají většinou vodorozpustné. Účinek vápenných hmot by se měl projevit ve zvýšené hodnotě pH půdy asi za půl roku až jeden rok po vápnění, přičemž maximální hodnota se obvykle projeví až mezi druhým až čtvrtým rokem. Poté začne hodnota pH opět klesat. Účinnost závisí na technologii výroby vápenatých hnojiv. U takových hnojiv (mleté vápence), která se vyrábí rozemletím suroviny, je pro účinnost rozhodující velikost částic. U hnojiv vyrobených pálením vápence (pálená vápna) je charakter zrnitosti pro zemědělské účely podřadný, protože se jedná o látky chemicky vysoce aktivní (NEUBERG et al., 1995). Použití mletého dolomitického vápence je relativně levný způsob pro úpravu pH a dodání hořčíku (NEWMAN et al., 2014)

3.5.4.1 Udržovací vápnění

Používá se jemně mletý vápenec (CaCO_3), při nižší zásobě Mg - dolomitický vápenec jedenkrát za 2 – 4 roky (VELICH, 1996). Navíc HAKEN (1992) u něj prokázal za 3 roky stejný pozitivní meliorační účinek jak u oxidové formy páleného vápna (CaO). Aplikuje se na povrch porostu pozdě na podzim nebo brzy na jaře z důvodu eliminace rizika popálení rostlin (HRABĚ a BUCHGRABER, 2009, HORKÝ et al., 2013). Potřeba se pohybuje kolem 100 až 250 kg.ha⁻¹ CaO za rok podle srážkových podmínek a půdním druhu (POULÍK, 1996). Mletý vápenec jako uhličitanová forma hnojiva působí na změnu pH pozvolněji, a o to s dlouhodobějším účinkem. CaCO_3 se v půdě přeměňuje na $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, což znamená více přístupného Ca a i více rozpustného (RYANT, 2003). Účinnost s jemností částic stoupá (NEUBERG et al., 1995).

3.5.4.2 Meliorační vápnění

Meliorační vápnění se využívá při rekultivacích stanovišť a používá se pálené vápno (CaO – cca 60 %). Aplikuje se na starý drn před provedením orby. Vlivem této formy

dochází k rychlému mineralizačnímu působení, rozkladu organické fytomasy, tzn. snížení obsahu humusu a uvolněné živiny (NO_3^-) se mohou dostat do podzemních vod (KRÁLOVEC in VANĚK et al., 1991). Proto je doporučeno rozdělit dávky s 1–2ročním předstihem před obnovou a zbytek před orbou. Pokud se vezmou v potaz i pastviny, tak je meliorační vápnění jistou prevencí výskytu parazitů (HRABĚ a BUCHGRABER, 2009, HORKÝ et al., 2013).

4 MATERIÁL A METODIKA

4.1 Charakteristika stanoviště

Pokusná plocha polopřirozeného travního porostu se nachází na Českomoravské vrchovině v okrese Chrudim a spadá pod katastrální území obce Kameničky (obr. 10.3 v příloze). Jde o součást CHKO Žďárské vrchy. Stanoviště je v nadmořské výšce 650 m. Expozice pokusné plochy je orientována jihozápadním směrem se svažitostí 3°. Půdní typ je klasifikován jako pseudoglej luvický, kyselý na deluviu ruly. Půda je hlinitopísčité až hlinitá (lehká až středně těžká). Obsah přístupných živin (dle Mehlich III) ve výchozím roce pro založení pokusu je uveden v tab. 4.1. Dle kritérií hodnocení je obsah P dobrý; K, Mg, Ca vyhovující. Poměr K:Mg je 0,83; proto nelze očekávat problémy s výživou hořčíkem. Půdní reakce je extrémně kyselá.

Tab. 4.1: Obsah přístupných živin v půdě před vápněním (mg.kg^{-1}) a hodnota výměnné pH (podzim roku 2013)

pH/ CaCl ₂	P	K	Ca	Mg
4,43	55	85	1575	102

Tab. 4.2: Hodnoty výměnné pH nevápněných a vápněných variant (podzim roku 2014)

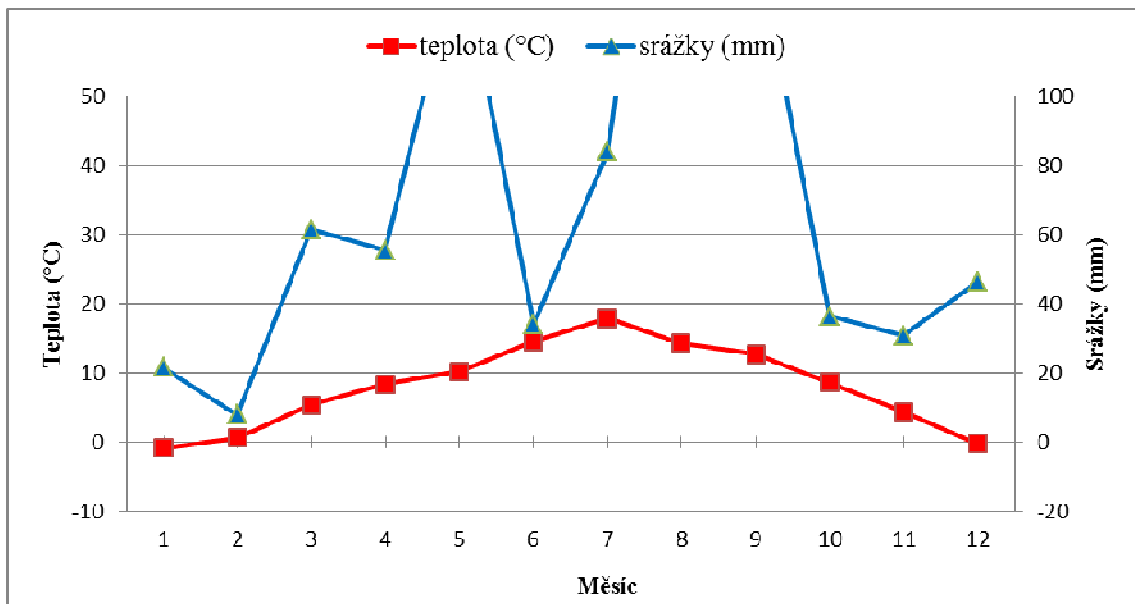
	pH/ CaCl ₂
nevápněno	4,10 - 4,12
vápněno	4,23 - 4,25

Tab.: 4.3.: Obsah přístupných živin v půdě (mg.kg^{-1}) a hodnota výměnné pH (podzim roku 2015)

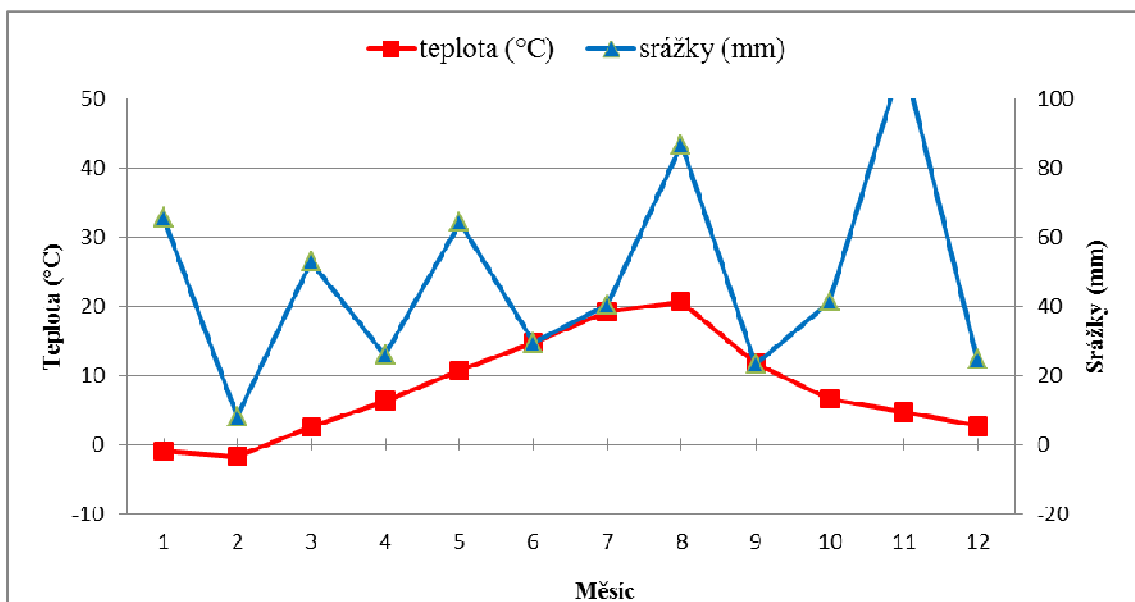
	pH/ CaCl ₂	P	K	Ca	Mg
N0	4,24	24,1	73,4	1 164	106,6
N50	4,28	48,2	82,6	1 471	80,5
N100	4,26	49,1	81,3	1 389	92,7
VN0	4,44	41,3	73,2	1 532	92,2
VN50	4,41	21,1	66,1	1 458	98,5
VN100	4,39	17,2	57,8	1 329	79,6

4.1.1 Klimatické podmínky stanoviště

Data o měsíčních úhrnech srážek a teplot z let 2014 a 2015 byla převzata z meteorologické stanice Svratouch, lokalizována 7 km od pokusného stanoviště. Průměrná roční teplota roku 2014 byla 7,99 °C a průměrný roční úhrn srážek činil 898 mm. Následující rok 2015 byla průměrná teplota 8,09 °C a úhrn srážek 575 mm.



Obr.: 4.1: Klimadiagram roku 2014



Obr.: 4.2: Klimadiagram roku 2015

4.1.2 Uspořádání pokusu

Maloparcelkový pokus v Kameničkách je koncipován metodou dělených dílců. Každá varianta byla založena ve 4 opakováních. Plocha jedné parcelky je 15 m² (1,5 x 10 m). Základním monitorovaným faktorem je intenzita hnojení ve stupních nehnojeno (N0), hnojeno 50 kg N (N50), hnojeno 100 kg N (N100). Druhotným pozorovaným faktorem je vápnění (V) ve variantách nevápněno a vápněno.

4.1.3 Ošetřování pokusu

Dusík byl dodán ve formě močoviny (46 % N) vždy v každém sledovaném roce. Dávka dusíku byla rozložena do dvou dávek. Jedna polovina byla aplikována na jaře a druhá po první seči.

Vápník byl dodán 29.10.2013 ve formě mletého dolomitického vápence (55% CaO + 26 % MgO) v celkové dávce 1,8 t.ha⁻¹ (CaO 0,99 t.ha⁻¹).

4.1.4 Sečení

Porost se sklízela lištovým žacím strojem Solo 532 se záběrem 1,17 m. Sklízela se tak plocha 11,7 m². Strniště bylo vysoké 7 cm. Sklizeň probíhala ve dvou termínech koncem června a začátkem září (tab. 4.4).

Tab. 4.4: Sklizeň v letech 2014 a 2015

Rok	Dvousečné porosty	
2014	24.6.	9.9.
2015	24.6.	15.9.

4.2 Hodnocené ukazatele

Pro sledování účinků jednotlivých variant hnojení a vápnění se hodnotil rok 2014 a 2015, tedy první a druhý užitkový rok po založení experimentu.

4.2.1 Výnosy suché hmoty

Výnosy se zaznamenávaly ve všech sečích. Výnosy zelené hmoty byly přepočítány na produkci sušiny při 103 °C.

4.2.2 Podíl agrobotanických skupin

Podíl agrobotanických skupin byl zjišťován ve všech sečích. Byly odebrány vzorky nadzemní fytomasy z plochy 0,5 m². Následně byly vzorky roztrženy na trávy, jeteloviny a ostatní byliny, usušily se při teplotě 60 °C, zvážily a přepočítaly na podíl jednotlivých agrobotanických skupin (RYCHNOVSKÁ, 1987). Podíl jednotlivých skupin je v práci hodnocen vždy z prvních sečí.

4.2.3 Podíl jednotlivých druhů

Podíl druhů byl zjišťován v prvních sečích. Z plochy 0,5 m² se odebraly vzorky nadzemní fytomasy, pak se roztržily na jednotlivé druhy. Usušené vzorky při 60 °C se posléze zvážily a přepočítaly na podíl jednotlivých druhů (RYCHNOVSKÁ, 1987). V práci jsou posouzeny druhy dominantní v každé z agrobotanických skupin nebo druhy jedovaté a druhy, které jsou na stanovišti v dlouhodobém časovém horizontu stabilní složkou ekosystému (rdesno hadí kořen).

4.2.4 Druhovú rozmanitost

4.2.4.1 Počet druhů v porostu

Počet druhů neboli tzv. kvalitativní druhová skladba vyjadřuje prostý počet druhů v porostu. V práci jsou počty porovnány v jednotlivých variantách.

4.2.4.2 Hillův index diverzity N_2

Při stanovení druhové diverzity v travním porostu se vychází z počtu druhů. Jedinci nejsou úplně rovnoměrně rozmístěni, jak jeden druh absolutně převládá, ostatní jsou rovným dílem potlačeny (NOVÁK, 2008). Diverzita travního porostu se dá hodnotit pomocí indexů diverzity. Hillův index diverzity (HILL, 1973) se vypočítá podle vzorce uvedeného níže.

$$N_2 = (\sum x_i)^2 / \sum x_i^2$$

\sum ...suma x_i ...projektivní dominance i-tého druhu v porostu [%]

Výsledek se může pohybovat v rozmezí 1 – 100 (pouze teoreticky), kdy hodnota 1 představuje čistou monokulturu. V oblastech střední Evropy se nejvíce rozmanitá společenstva dostávají do hodnot 40 – 50, tj. velmi vysokých (JURKO, 1990).

Tab. 4.5: Vyhodnocení Hillova indexu diverzity (HILL, 1973)

hodnota	interpretace
<1,5 - 2,5	velmi nízká
2,5 - 5,0	nízká
5,0 - 10,0	střední
10,0 - 15,0	vysoká
>15,0	velmi vysoká

4.2.5 Kvalita travního porostu

4.2.5.1 Kvalita E_{GQ}

Díky druhové skladbě je také možno zhodnotit krmivářskou hodnotu porostu (tab. 4.7). Hodnocení kvality travního porostu (E_{GQ}) je odvozeno od krmné hodnoty (Kh) jednotlivých druhů agrobotanických skupin. Jak je vidět v tab. 4.6, druhy se mohou v porostu vyskytovat od silně jedovatých (Kh -4) až po plnohodnotné (Kh 8). Konečné zhodnocení kvality travního porostu (E_{GQ}) může dosáhnout hodnot -50 – 100. Vypočítá se na základě vzorce uvedeného níže (NOVÁK, 2004).

$$E_{GQ} = \sum(x_i * Kh) / 8$$

x_i ...podíl i-tého druhu v travním porostu [%] Kh ...krmná hodnota daného druhu

Tab. 4.6: hodnocení jednotlivých druhů podle krmné hodnoty (NOVÁK, 2008)

Kh	Rostlinný druh
7 - 8	vysoce hodnotný až plnohodnotný
6 - 7	hodnotný až vysoce hodnotný
4 - 6	méně hodnotný až hodnotný
2 - 4	velmi málo hodnotný až méně hodnotný
1 - 2	bezpečný až velmi málo hodnotný
0 - 1	škodlivý až bezpečný
0 - -1	slabě jedovatý až škodlivý
-1 - -3	silně jedovatý až slabě jedovatý
-3 - -4	silně jedovatý

Tab. 4.7: Zhodnocení celkové kvality porostu E_{GQ} (NOVÁK, 2008)

EGQ	Travní porost
90 - 100	vysoce hodnotný až plnohodnotný
70 - 90	hodnotný až vysoce hodnotný
50 - 70	méně hodnotný až hodnotný
25 - 50	velmi málo hodnotný až méně hodnotný
15 - 25	bezpečný až velmi málo hodnotný
0 - 15	škodlivý až bezpečný
<0	jedovatý

4.3 Statistické vyhodnocení

Zpracování dat a zjištění jednotlivých výsledků bylo provedeno v Excelu 2010, programové řady MS Office. Pro hodnocení jednotlivých ukazatelů byl použit statistický software Statistica 12.0 CZ. Zjišťované vlivy faktorů byly hodnoceny vícefaktorovou analýzou variance (ANOVA) a posléze testovány Tukeyovým post-hoc testem. V tabulkách jsou znázorněny průkazné rozdíly na hladině $P < 0,05$.

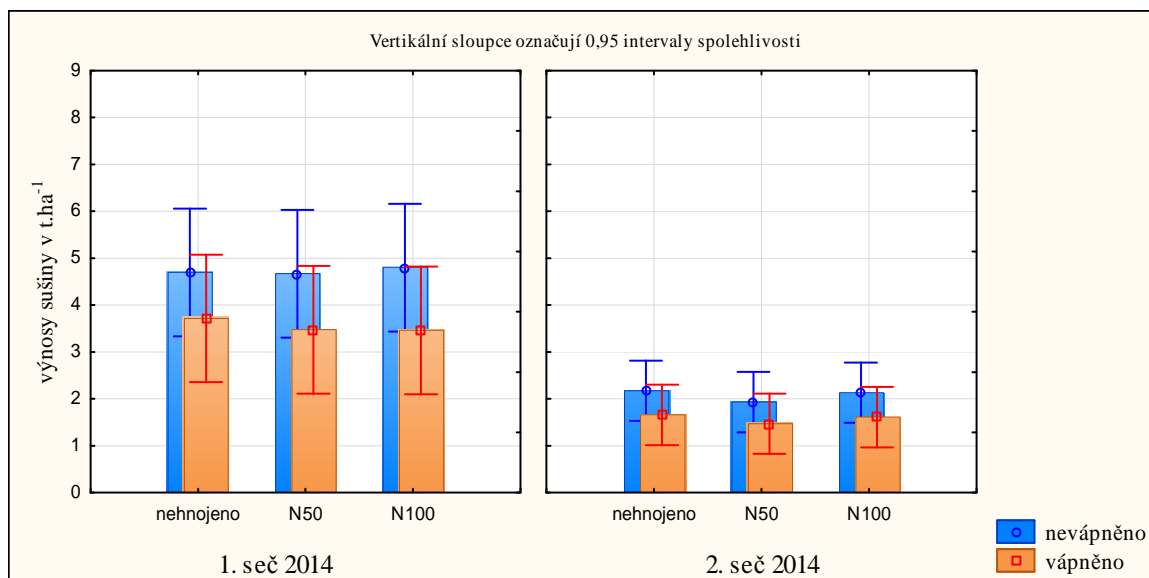
5 VÝSLEDKY A DISKUZE

5.1 Výnosy suché hmoty

5.1.1 Výnosy jednotlivých sečí první rok po vápnění

Výnosy první seče se pohybovaly od 3,45 do 4,79 t.ha⁻¹. Výnosy druhé seče od 1,46 do 2,17 t.ha⁻¹ (obr. 5.1). Vápnění vedlo v první seči ke snížení ($P < 0,05$) výnosů, ve druhé seči nebylo snížení výnosů průkazné (tab. 5.1). Příčina snížení výnosů je diskutována v kap. 5.1.3. Dusík ve formě močoviny neuplatnil svůj potenciál a nedošlo ke zvýšení výnosů. Vyšší dávky dusíku také právě zapříčiňují snížení obsahu sušiny v píce (POULÍK, 1996). Otázkou je, proč se nezvýšily výnosy, když podle klimadiagramu 2014 (obr. 4.1) a porovnání průměrů z let 1961 - 1990 („referenční hodnoty“), (obr. 10.1) byl únor a březen sice teplotně nadprůměrný, ale s dostatkem srážek. Nedostatek srážek se projevil až v červnu. Zároveň by se dala pochopit stagnace výnosu při vysoké dávce hnojiva, ale ke zvýšení výnosů sušiny nedošlo ani s 50 kg N. KRÁLOVEC a LIPAVSKÝ (1991) ve svých pokusech zjistili, že jednostranné hnojení dusíkem je výrazně méně účinné než hnojení plné. K dosažení uspokojivého výnosu by bylo nutné zajistit vyrovnaný přísun ostatních živin, obzvláště pokud je jejich zásoba v půdě malá. Lze se domnívat, že v půdě byla některá živina v deficienci. Liebigův zákon minima vysvětluje, že pro růst rostlin je limitující ta živina, která je v nedostatku, a to by podle rozborů půdy před pokusem mohlo znamenat nutné dosycení P a K. S fosforem by mohl být problém z hlediska nemožného příjmu v extrémně kyselém pH. RYCHNOVSKÁ et al. (1985) kladou důraz zejména na fosfor, na který reaguje porost zvýšením podílu jetelovin i celkové produkce.

Při porovnání sečí byla statisticky průkaznější ($P < 0,05$) první seč s průměrným výnosem 4,13 t.ha⁻¹. V druhé seči byl průměrný výnos jen 1,82 t.ha⁻¹.



Obr. 5.1: Výnosy sušiny v roce 2014 (t.ha⁻¹)

Tab. 5.1: Vliv hnojení a vápnění na výnosy sušiny v roce 2014 (t.ha⁻¹)

Faktor	1. seč	2. seč
Hnojení (H)		
N0	4,20	1,91
N50	4,07	1,69
N100	4,12	1,87
p	0,97	0,76
Vápnění (V)		
nevápněno	4,72 ^a	2,07
vápněno	3,54 ^b	1,57
p	0,04	0,06
HxV		
p	0,96	0,99

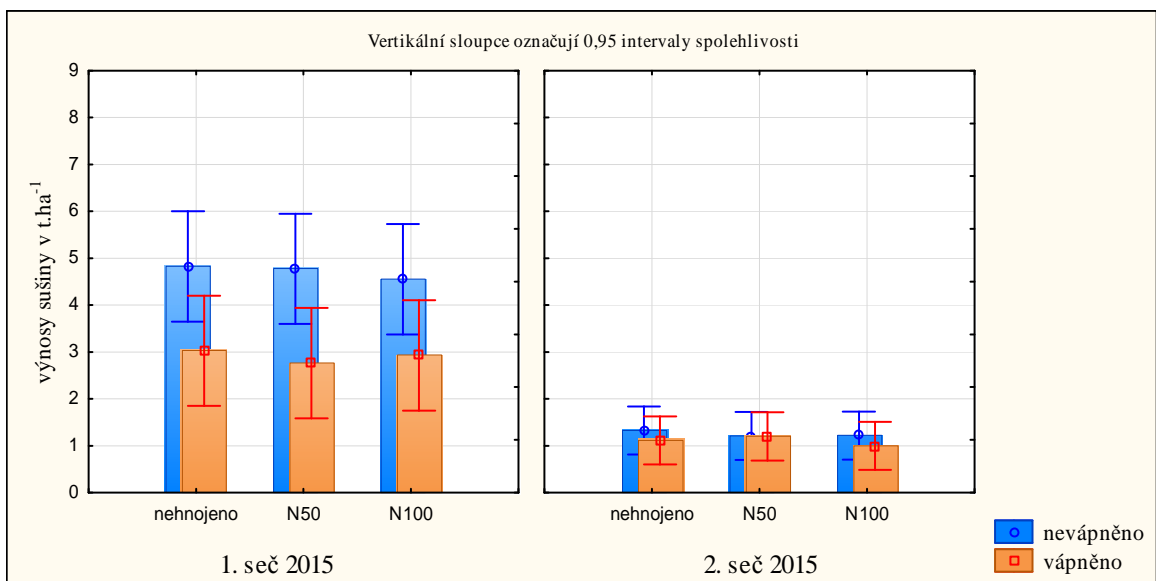
Pozn.: Rozdíly mezi průměrnými hodnotami s různými indexy (^{a,b}) ve sloupcích jsou průkazné na hladině významnosti $P < 0,05$.

5.1.2 Výnosy jednotlivých sečí druhý rok po vápnění

V první seči se výnosy pohybovaly od 2,76 do 4,82 t.ha⁻¹. Ve druhé seči od 0,99 do 1,32 t.ha⁻¹ (obr. 5.2). V 1. seči byl prokázán statisticky průkazný rozdíl ($P < 0,05$) mezi výnosy vápněných a nevápněných variant, přičemž opět se vápněním snižoval ($P < 0,05$) výnos (tab. 5.2). Ve 2. seči vápnění neovlivnilo výnosy. Hnojení dusíkem ani v tomto roce neprokázalo žádné zvýšení výnosů, spíše byla tendence ke snížení výnosů. Jak již

bylo konstatováno v minulé kapitole, příčinu je třeba hledat nejen v nedodání ostatních živin a nevyužitelnosti hnojiva (viz. další odstavec) po aplikaci, protože duben se vyznačoval nízkým úhrnem srážek. Jak popisuje i VESELÁ et al. (2001), za nepříznivých podmínek (sucho) nejsou aplikovaná hnojiva plně využita a dochází i k poklesu výnosů proti plochám nehnojeným. Za duben až květen je potřeba 130 – 160 mm srážek pro průměrný výnos. Optimálních srážek se ale zdaleka nedostalo (napadlo jen 90 mm). Otázkou dále zůstává, co by se stalo po přidání PK hnojiv, a zda by to mělo nějaký vliv na výnosy.

Je patrný rozdíl mezi průměrnými výnosy sečí (3,81 a 1,17 t.ha⁻¹). Výrazně nižší ($P < 0,05$) výnos druhé seče není nic výjimečného, protože jak popisuje VELICH (1996), dusík rozložený v dávce i pro následující seč je využitelný v závislosti na včasných srážkách po aplikaci, které ho vpraví do půdy, a eliminují se tak ztráty volatilizací (těkaním) amoniaku. Rok 2015 byl především v červnu, červenci a září vláhově deficitní, což se pravděpodobně odrazilo v nižších výnosech.



Obr. 5.2: Výnosy sušiny v roce 2015 (t.ha⁻¹)

Tab. 5.2: Vliv hnojení a vápnění na výnosy sušiny v roce 2015 (t.ha⁻¹)

Faktor	1. seč	2. seč
Hnojení (H)		
N0	3,92	1,22
N50	3,76	1,20
N100	3,73	1,10
p	0,93	0,88
Vápnění (V)		
nevápněno	4,71 ^a	1,25
vápněno	2,90 ^b	1,10
p	0,00	0,47
HxV		
p	0,94	0,88

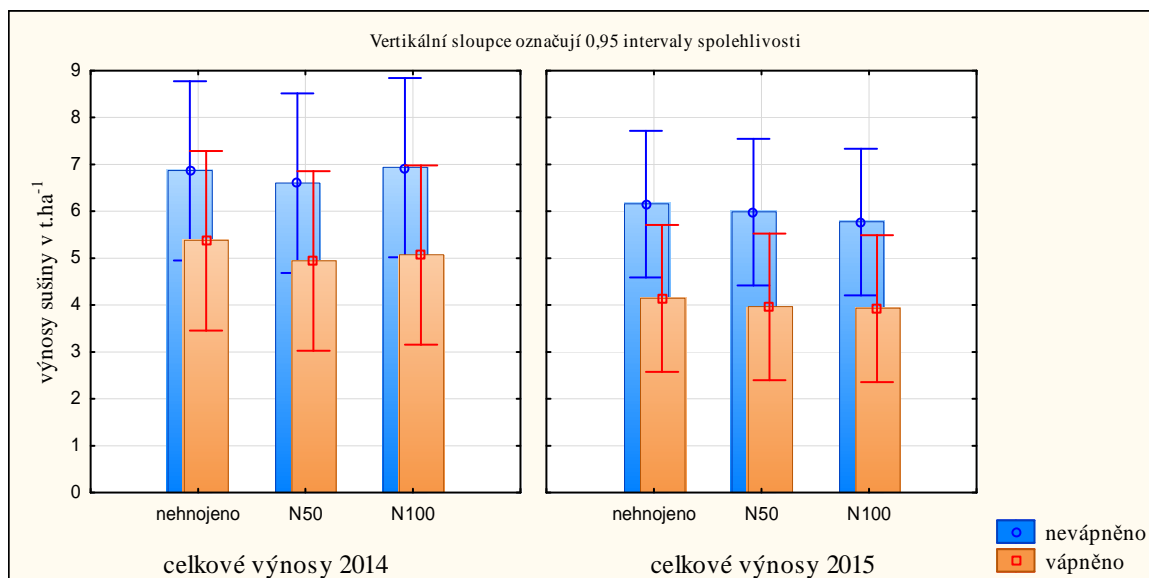
Pozn.: Rozdíly mezi průměrnými hodnotami s různými indexy (^{a,b}) ve sloupcích jsou průkazné na hladině významnosti $P < 0,05$.

5.1.3 Suma výnosů první a druhý rok po vápnění

V roce 2014 se celkové výnosy pohybovaly od 4,93 do 6,93 t.ha⁻¹ a v roce 2015 od 3,92 do 6,15 t.ha⁻¹ (obr. 5.3). Vliv roku a vápnění byl statisticky průkazný ($P < 0,05$). Rok 2014 (průměr 5,96 t.ha⁻¹) byl oproti roku 2015 (průměr 4,98 t.ha⁻¹) průkazně výnosnější ($P < 0,05$), což si lze vysvětlit suchým průběhem ročníku. Vápněním se snižoval ($P < 0,05$) výnos (tab. 5.3) Rok 2015 byl zaznamenán jako srážkově podprůměrný a to se projevilo i v konstantních výnosech při stupňované dávce N hnojiva, která nemohla naplno projevit svůj potenciál pro zvýšení výnosů píce. Zřejmě i deficiencie některé živiny, která je limitujícím faktorem pro růst, či forma dusíku, kterou obsahuje močovina, nebyla přijata a využita. Navíc HAKEN (1992) zjistil, že aplikace dusíku výrazně snižuje účinnost po vápnění oproti samotné vápněné kontrole. Takový výsledek podle něj naznačuje, že efekt vápníku se nepodílí na otupení kyselosti jako spíše na stimulaci mineralizace organické hmoty a uvolňování dusíku pro výživu porostů. Vysoká dávka dusíku s velkým vlivem na výživu (vztah aniontů a kationtů), ale i na porosty (velký vliv na vysoké druhy) může překrývat vliv vápníku. Vápnění ani s následným hnojením dusíkem nemělo na výnosy průkazný vliv.

Z uvedených výsledků vyplývá, že nelze vyvrátit, že by hnojení ani vápnění nemělo na travní porost žádný vliv. Za oba roky lze potvrdit, že hnojením dusíkem v jakékoli dávce nedocházelo ke zvýšení výnosů z důvodu výše uvedených. Stejně jak potvrzuje i

VESELÁ et al. (2001) výnosová schopnost lučního porostu je dána přirozenou úrodností půdy a hnojením, ovšem za předpokladu vhodného vodního režimu a ostatních ekologických faktorů. Vápněním se zase průkazně snižovaly ($P < 0,05$) výnosy suché píče. Podle tabulky 4.3 je na vápněných a zároveň hnojených porostech nízký obsah P, což by vysvětlovalo i danou situaci. Po vápnění by se ale mělo upravit pH, zvýšit dostupnost P, urychlit mineralizace dusíku a snížit příjem toxických Al a Mn v půdě, což by se promítlo do vyšších výnosů (WHITEHEAD, 2000). Naopak v praxi ke stejným výsledkům jak v tomto pokusu, tj. snížení výnosů po vápnění, došel např. ČOP (2014). Jeho pokus s vápněním kyselé luční půdy se nepromítl do vyššího výnosu. Podle něj je příčinou této neefektivnosti druhová skladba porostu, protože mnoho druhů s vysokým produkčním potenciálem se přizpůsobilo kyselým půdním podmínkám lučního porostu. Z pokusů, které provedli KRÁLOVEC a LIPA VSKÝ (1991), mělo na stupňované dusíkaté hnojení nejmenší vliv zrovna vápnění, které způsobovalo výnosovou depresi. Klesající tendenci výnosů po provedeném vápnění dávali za vinu mletému vápenci, který snižoval využití ostatních živin, dle nich to však může platit jen pro specifické podmínky stanoviště. Vzhledem k charakteru půdy pokusné plochy Kameniček (pseudoglej luvický) by mohly být díky Ca^{2+} iontům vytěsněny ze sorpčního komplexu kromě H^+ iontů i další užitečné kationty (K^+ , Mg^{2+} , NH_4^+) do půdního roztoku a následně by mohlo dojít i k jejich vymytí v důsledku periodicky zvýšené vlhkosti pseudogleje, a tak by byl růst rostlin oslaben. Taková úvaha by ovšem mohla platit při daleko vyšší dávce vápenných hmot. Mimo jiné KRÁLOVEC a LIPA VSKÝ (1991) dále popisují vápnění jako komplikovanou záležitost, protože se na produkci píče podílí zprostředkovaně a jeho účinek bývá zřejmý spíše u nehnojených porostů. Popisují i, jak je při vyšší úrovni dusíkatého hnojení vliv vápnění zcela setřen a je nutné stanovit optimální dávku vápenných hmot.



Obr. 5.3: Celkové výnosy (t.ha⁻¹)

Tab. 5.3: Vliv hnojení a vápnění na celkové výnosy (t.ha⁻¹)

Faktor	Σ2014	Σ2015
Hnojení (H)		
N0	6,11	5,14
N50	5,76	4,97
N100	5,99	4,84
p	0,92	0,92
Vápnění (V)		
nevápněno	6,79 ^a	5,96 ^a
vápněno	5,12 ^b	4,01 ^b
p	0,03	0,00
HxV		
p	0,97	0,99

Pozn.: Rozdíly mezi průměrnými hodnotami s různými indexy (^{a,b}) ve sloupcích jsou průkazné na hladině významnosti P<0,05.

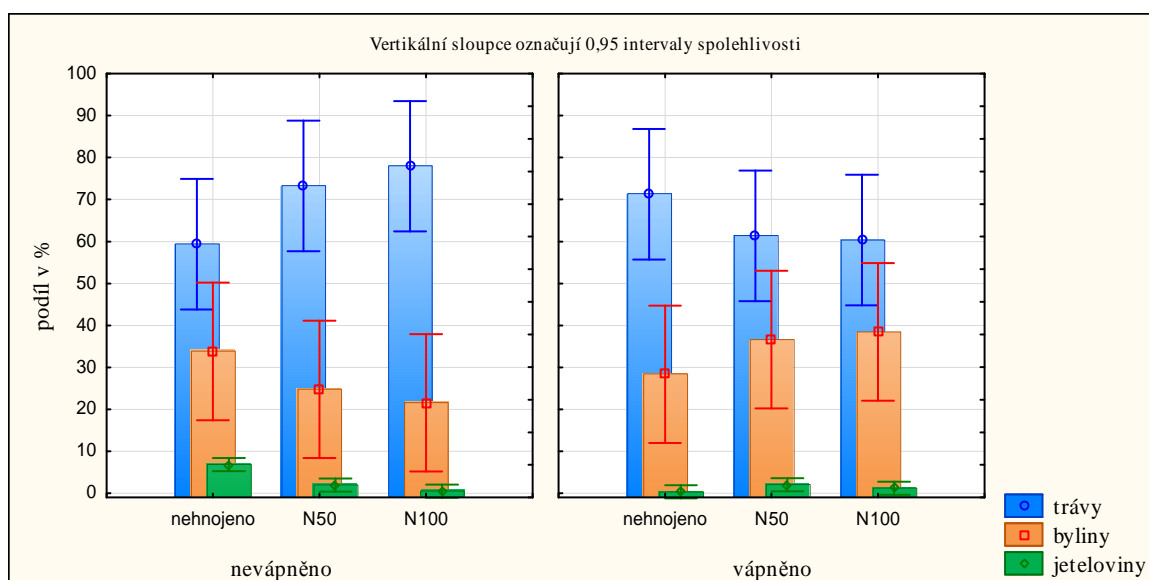
5.2 Podíl agrobotanických skupin

V prvním roce lze spatřit průkazné (P<0,05) rozdíly mezi jednotlivými agrobotanickými skupinami. Jak je vidět na obr. 5.4, na nevápněném porostu hnojení dusíkem zvyšovalo zastoupení trav, a to na úkor bylin a jetelovin, protože dusík

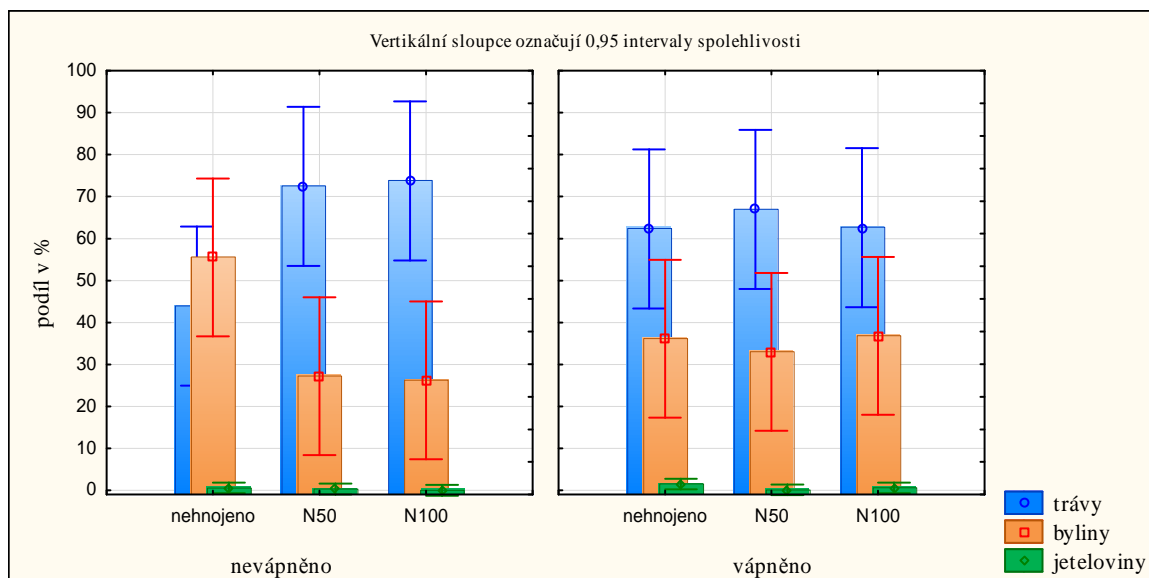
podporuje rychlejší a mohutnější růst vysokých trav a to vede k zastínění nižších druhů (MRKVIČKA a VESELÁ, 2001). Vápněním se však zvyšoval podíl bylin na úkor trav.

Ve druhém roce v nehnojeném porostu byliny převyšovaly podílem trávy (obr. 5.5). S dusíkem se opět zvyšoval podíl trav a klesl podíl bylin. Vápnění nepřispělo téměř k žádným rozdílům oproti minulému roku.

Poněvadž luční společenstva mají maximum prokořenění v hloubce 0 – 10 cm, jejich druhové složení je pak dáno vlastnostmi svrchní vrstvy půdního profilu. Kromě půdního druhu a humusu je to především stav živin, ústojnost a pH, která přímo souvisí s biologickou složkou půdy (RYCHNOVSKÁ et al., 1985), proto mohlo vápnění částečně ovlivnit druhovou skladbu. SCHELLBERG (2001) vidí problematiku vápnění v tom, že mnoho acidofilních rostlinných druhů popsaných KLAPPEM (1930) zřejmě trpí po provedeném vápnění v důsledku přímých účinků vyšších pH hodnot a v nepřímém účinku při potlačování konkurenčními trávami. Floristické složení travních porostů je totiž podle MRKVIČKY A VESELÉ (2001) dáno interakcí ekologickými podmínkami celého ekosystému a způsobem hospodaření. Dále uvádí, že hnojení fosforem zvyšuje podíl jetelovin na úkor bylin. V takovém případě by mělo smysl použít tuto živinu i po vápnění, když je zřejmé, že nedošlo k jeho mobilizaci, či pokud je jeho zásoba v půdě opravdu malá.



Obr. 5.4: Podíl agrobotanických skupin v 1. seči 2014 (%)



Obr. 5.5: Podíl agrobotanických skupin v 1. seči 2015 (%)

Tab. 5.4: Vliv hnojení a vápnění na zastoupení trav, jetelovin a bylin prvních sečí (%)

Faktor	Trávy		Jeteloviny		Byliny	
	2014	2015	2014	2015	2014	2015
Hnojení (H)						
N0	65,30	53,12	3,60 ^a	1,05	31,10	45,83
N50	67,31	69,69	2,00 ^{a,b}	0,21	30,69	30,11
N100	69,13	68,17	0,87 ^b	0,30	30,00	31,53
p	0,83	0,13	0,01	0,28	0,98	0,15
Vápnění (V)						
nevápněno	70,18	63,37	3,10 ^a	0,30	26,72	36,33
vápněno	64,32	63,95	1,20 ^b	0,73	34,47	35,31
p	0,30	0,92	0,01	0,34	0,20	0,87
H x V						
p	0,12	0,20	0,00	0,56	0,29	0,19

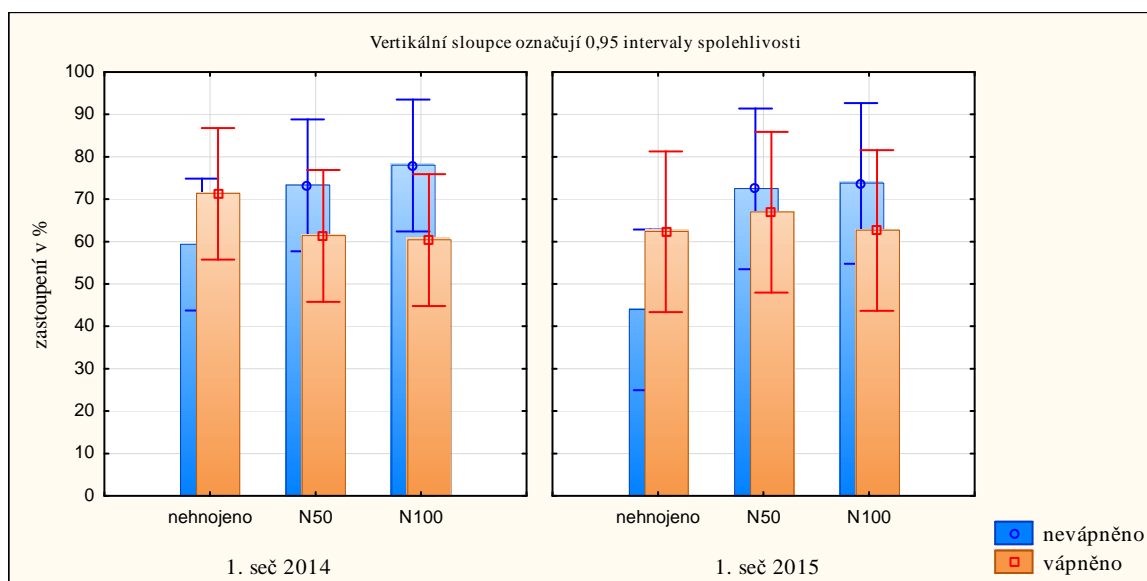
Pozn.: Rozdíly mezi průměrnými hodnotami s různými indexy (^{a,b}) ve sloupcích jsou průkazné na hladině významnosti $P < 0,05$.

5.2.1 Trávy

Podíl trav se první rok po vápnění pohyboval mezi 59 a 78 % (obr. 5.6). Následující rok byl podílově o něco menší, tj. od 44 do 74 %. Nepotvrdil se žádný průkazný vliv zkoumaných faktorů. Hnojením dusíkem se zvyšoval podíl vzrůstných trav (tab. 5.4), jak potvrzují i MRKVIČKA a VESELÁ (2001). V prvním roce se vápněním průměrný

podíl trav mírně snížil a v dalším roce se tolik nelišil od nevápněných variant. V čistě vápněném porostu se zvýšil podíl trav, především díky hybridu *Festulolium pabulare*.

VELICH (1996) udává, že průměrný podíl trav ve využívaných lučních porostech je od 55 do 90 %. Čím vyšší úroveň hnojení, tím vyšší zastoupení, což koresponduje s výsledky tohoto pokusu. Dle VAŇKA (1991) ale trávy přijímají málo Ca a jsou nenáročné na pH. To by mohl být i důvod, proč Ca^{2+} ionty mohou působit na trávy inhibičně, protože nejsou na daném stanovišti vápnění přizpůsobeny.

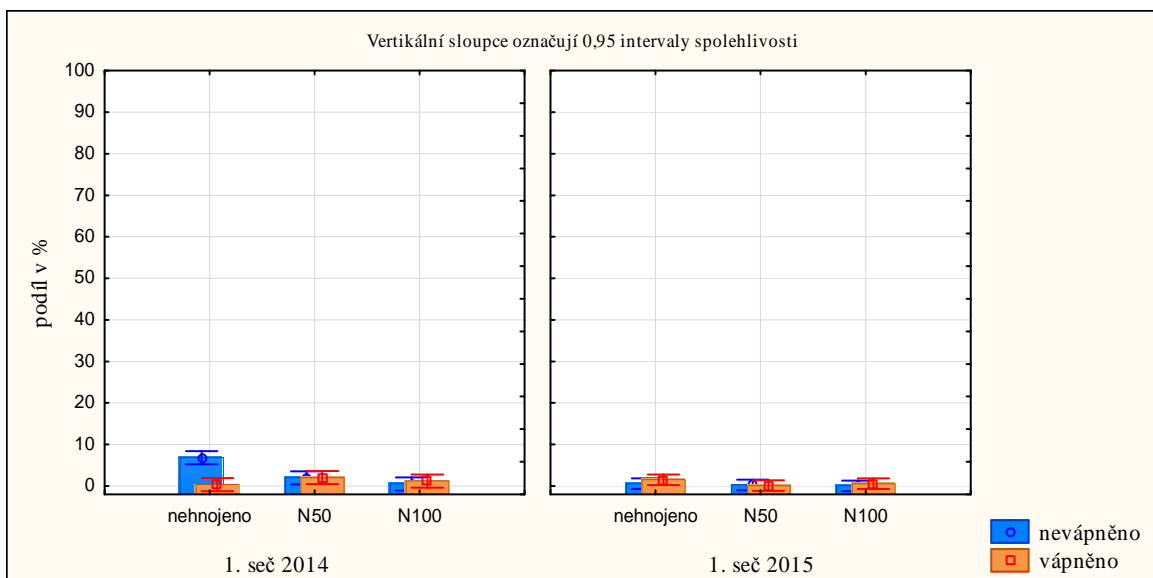


Obr. 5.6: Zastoupení trav v první seči (%)

5.2.2 Jeteloviny

Podíl jetelovin se první rok po vápnění pohyboval mezi 0,34 – 6,85 %. Druhý rok mezi 0,03 – 1,52 % (obr. 5.7). Zvýšená dotace dusíku vedla k průkaznému snížení ($P < 0,05$) podílu leguminóz. V takovém systému hnojení vznikají porosty prakticky bez jetelovin (VELICH, 1996). Tento trend potvrzuje všeobecně známý fakt. Naproti tomu absence N-hnojení vede ke snížení pokryvnosti, na kterém se snížením podílí vzrůstné trávy. Jeteloviny se tak mohou prosadit, i když nestačí nahradit zapojení porostu (MRKVIČKA a VESELÁ, 1998). V nehnojené variantě byl ještě zřejmě i dostatek P a K v půdě, proto bylo mimo jiné podpořeno ($P < 0,05$) rozšíření jetelovin (KOPEC a KOLPAK, 1997 cit. podle MRKVIČKY a VESELÉ, 2001). Dalším důvodem je sušší charakter začátku vegetačního období (březen), kdy se mohou jeteloviny v porostu lépe uplatnit (TAUBER a KRÁLOVEC, 2014). Rok 2015 ale už jetelovinám nepřál ani v nehnojeném porostu a mohly se více prosadit byliny.

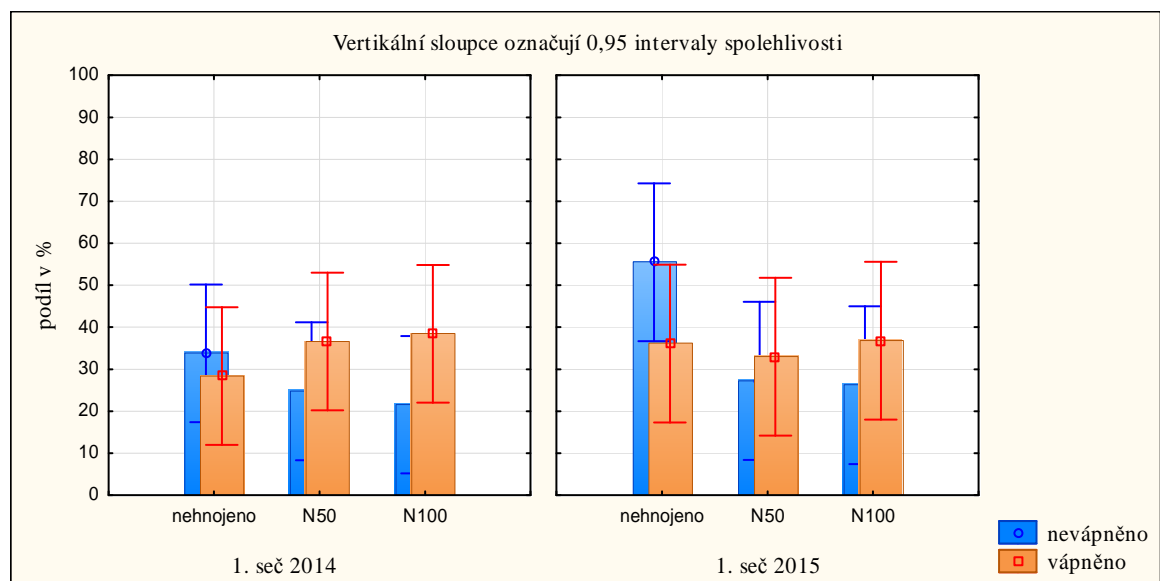
Vápněním se sice v prvním roce významně ($P < 0,05$) snižoval podíl (tab. 5.4) oproti nehnojené variantě, ale v dalším roce vápnění nepřispělo téměř k žádným rozdílům. Snad lze vlivem vápnění pozorovat nepatrné zvýšení podílu jetelovin. KRÁLOVEC in VANĚK (1991) uvádí, že nemůže dojít ke zvýšení podílu jetelovin pouhým vápněním, ale také je důležitá frekvence sklizní a konkurence travního podílu, především v období jarního nárůstu, světlo milným jetelovinám. V takovém porostu se jeteloviny neprosadí, ani když dojde vápněním ke zlepšení půdních podmínek. I když v této práci není zkoumána druhá seč, otázkou je, jak by se jeteloviny projevovaly ve druhé seči, když mají hned z počátku obrůstání dostatečný přístup ke světlu. Na druhou stranu ovšem zůstává otázka, jak by se vápnění projevilo na jetelovinách, kdyby se zahrnuo PK-hnojení a jestli by se skutečně zvýšil podíl. Dle VELICHA (1996) má vápnění právě podporovat jeteloviny, ovšem za předpokladu dostatečného obsahu P a K. POULÍK (1996) zase udává, že výrazné změny vápnění by se měly projevit jen na velmi kyselých půdách. Na půdách takového typu se totiž nedaří některým užitečným bakteriím, např. Rhizobiím a nitrifikačním bakteriím (RICHTER in RYANT, 2004). Před založením pokusu i další 2 roky po provedeném vápnění bylo ještě pH extrémně kyselé, takže k podpoře podílu jetelovin, které mají vyšší obsah Ca, by mohlo docházet až při zařazení PK hnojiv či vyšší dávce vápence.



Obr. 5.7: Zastoupení jetelovin v první seči (%)

5.2.3 Byliny

Podíly ostatních bylin se pohybovaly v jednotlivých variantách v rozmezí 21 - 38 % v prvním roce a 26 – 55 % v druhém roce (obr. 5.8). Procentické zastoupení bylin v různých úrovních hnojení a vápnění je statisticky neprůkazné. Přesto hnojení dusíkem vedlo k snížení (tab. 5.4.) podílu ostatních druhů (bylin), což potvrzují i MRKVIČKA a VESELÁ (2001) i VELICH (1996). Vápnění podpořilo zvýšení podílu bylin. Druhy, které se objevily jen ve vápněném porostu, nejsou sice předmětem zkoumání této práce, ale stojí určitě za zmínku některé uvést, protože JÜRKE popisuje druhy vyskytující se na vápencích v suchých stanovištích, kterým by se ale dařilo více bez vápence. Nelze tak potvrdit tvrzení, že daný druh vymizí po provedeném vápnění. Např. bika ladní se vyskytla výhradně na vápněných variantách a zvyšovala zastoupení i s nejvyšší dávkou dusíku, přičemž tomuto druhu by lépe vyhovovala nevápněná stanoviště. Vysoký podíl bylin se v druhém roce vyskytnul spíše na místech, kde se nehnojilo.



Obr. 5.8: Zastoupení bylin v první seči (%)

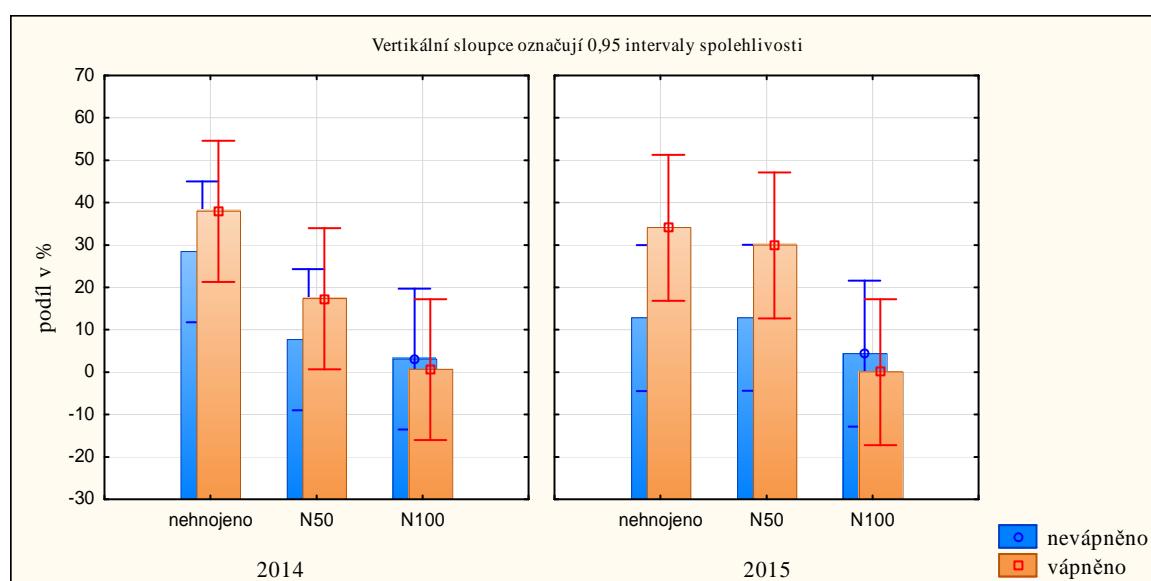
5.3 Podíl jednotlivých druhů

5.3.1 *Festulolium pabulare*

Zastoupení vysokého vytrvalého *Festulolium pabulare* v porostu bylo v rozmezí 0,63 – 38 % v prvním roce a 0 – 34 % v roce druhém (obr. 5.9). V největším podílu se *Festulolium pabulare* vyskytlo v nehnojeném, ale vápněném porostu (tab. 5.5) v roce 2014. Hnojení dávkou N100 způsobilo výrazný ($P < 0,05$) ústup.

V roce 2015 došlo také ke znatelnému identickému snížení. Ovšem nejedná se už o statisticky průkazný rozdíl, i když p-hodnota je na hranici významnosti. Vápnění podpořilo vyšší podíl *Festulolium pabulare*.

Po aplikaci močoviny zastoupení klesalo nejspíše konkurencí ostatních vzrůstných trav. Zdá se, že na vápnění tento druh reagoval přívětivě. Za oba roky je zde vidět i jisté spíše antagonistické působení vápníku s dusíkem, kdy se po použití vápence sice zvyšoval podíl, ale klesal s vyšší dávkou dusíku, což by se dalo vysvětlit i vyšším množstvím NH_4^+ iontů v půdním roztoku a tím nižším příjmem Ca^{2+} , jak uvádí VANĚK (1991). Nejvyšší podíl byl na čisté vápněné kontrole.



Obr. 5.9: Zastoupení *Festulolium pabulare* v první seči (%)

Tab. 5.5: Vliv hnojení a vápnění na podíl *Festulolium pabulare* (%)

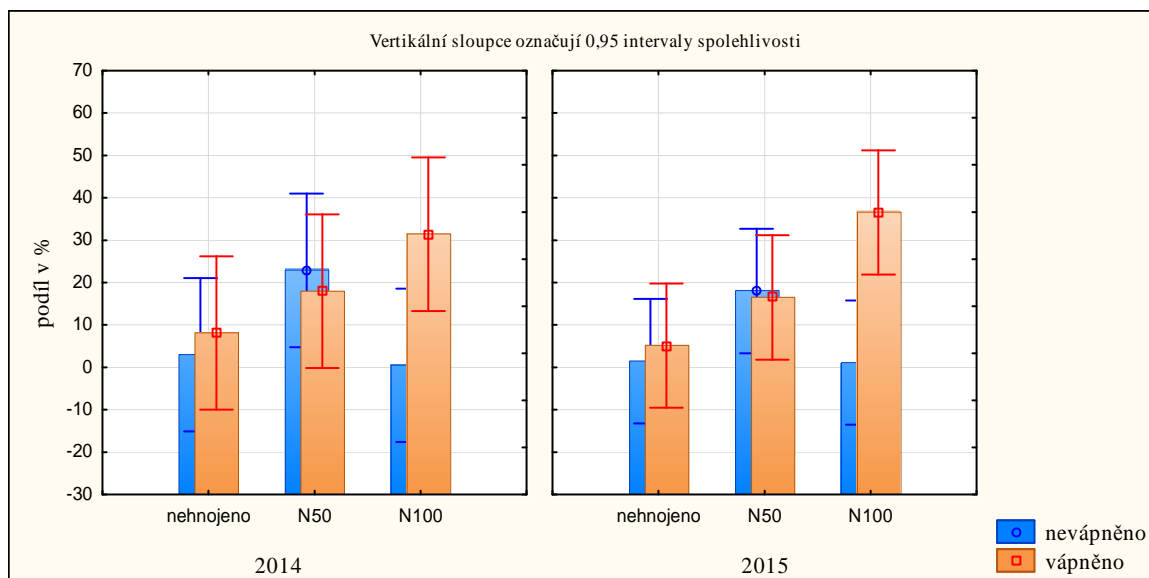
Faktor	2014	2015
Hnojení (H)		
N0	33,17 ^a	23,43
N50	12,51 ^{a,b}	21,39
N100	1,86 ^b	2,19
p	0,00	0,04
Vápnění (V)		
nevápněno	13,05	10,00
vápněno	18,64	21,34
p	0,35	0,09
H x V		
p	0,61	0,22

Pozn.: Rozdíly mezi průměrnými hodnotami s různými indexy (^{a,b}) ve sloupcích jsou průkazné na hladině významnosti $P < 0,05$.

5.3.2 Kostřava červená (*Festuca rubra* L.)

Festuca rubra L. byla průměrně zastoupena mezi 0,48 – 31 % v prvním roce a mezi 1,12 – 36 % v roce druhém (obr. 5.10). V prvním roce nebyl zjištěn žádný průkazný rozdíl. Dusíkem se podpořil podíl především při dávce N50 (tab. 5.6), ale často se uplatňuje v nehnojeném porostu (GAISLER et al., 1998). Při zahrnutí vápnění se také zvyšoval podíl. Nejvíce podporovala tuto trávu varianta VN100.

Ve druhém roce se však už vyskytly průkazné rozdíly. Dotací dusíku se sice neprůkazně zvyšoval podíl *Festuca rubra* L., což potvrzuje i NOVÁK (2008), ale vápněním se již zvyšoval statisticky průkazně ($P < 0,05$). Nejvyššího podílu se dosáhlo opět vápněním ve spojení s dusíkem (VN100) a také díky tomu, že vzrůstnější tráva *Alepecerus pratensis* L. po vápnění nepotlačovala nízký druh *Festuca rubra* L. Je zajímavé, že *Festuca rubra* L. zvyšovala svůj podíl po vápnění, protože dle KLIMEŠE (2004) se jedná o acidofilní rostlinu. KNOPP (1930) ovšem zvýšený podíl *Festuca rubra* L. monitoroval i ve vyšších hodnotách pH. Jsou zaznamenány i případy výskytu na plochách s vysokou koncentrací vápna. Dále to mohla podporovat skutečnost, že obsah P byl ve variantě VN100 tak nízký (tab. 4.3), že se ani ostatní trávy nemohly prosadit, a otevřel se tak prostor pro trávy nenáročné na živiny. Dle VOZÁRA a JANČOVIČE in SKLÁDANKA et al. (2014) je *Festuca rubra* L. přizpůsobivou trávou. Z krmného hlediska je žádoucí podíl spíše do 10 %. Kvalitu travního porostu tak moc nezvyšuje.



Obr. 5.10: Zastoupení kostřavy červené v první seči (%)

Tab. 5.6: Vliv hnojení a vápnění na podíl kostřavy červené (%)

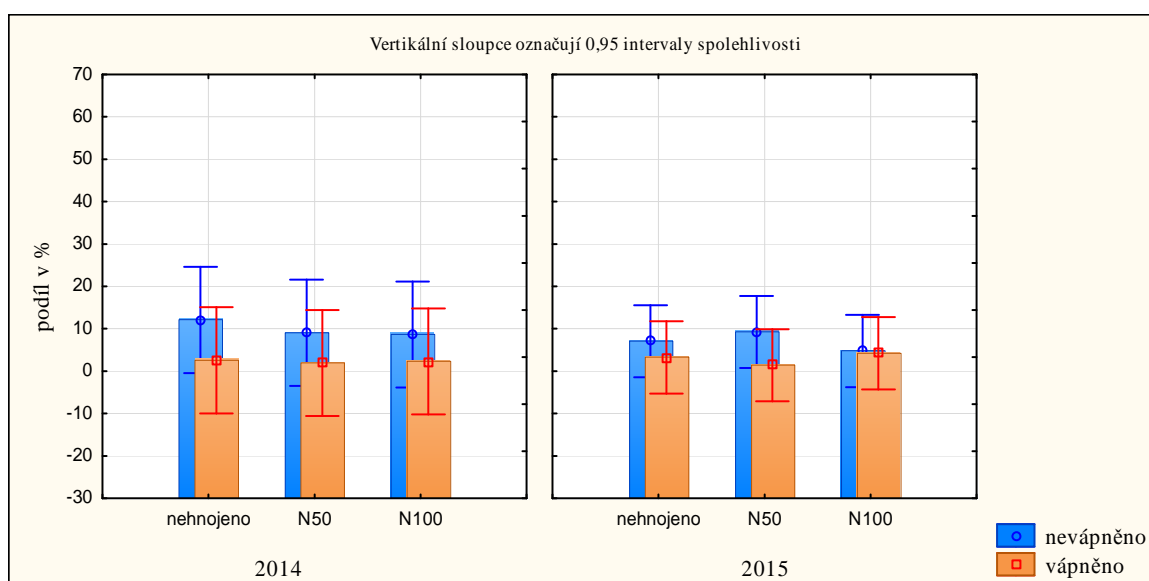
Faktor	2014	2015
Hnojení (H)		
N0	5,54	3,32
N50	20,43	17,26
N100	15,96	18,83
p	0,19	0,07
Vápnění (V)		
nevápněno	8,79	6,87 ^a
vápněno	19,16	19,39 ^b
p	0,13	0,04
H x V		
p	0,11	0,04

Pozn.: Rozdíly mezi průměrnými hodnotami s různými indexy (^{a,b}) ve sloupcích jsou průkazné na hladině významnosti $P < 0,05$.

5.3.3 Lipnice luční (*Poa pratensis* L.)

Tato nízká výběžkatá tráva byla v porostech zastoupena ve hnojených variantách menším podílem oproti *Alopecurus pratensis* L. *Poa pratensis* L. byla průměrně zastoupena ve 2 – 12 % v prvním roce a mezi 1,4 – 9 % v roce následujícím (obr. 5.11). Nebyl prokázán žádný průkazný vliv hodnocených faktorů na podíl v porostu. Hnojení dusíkem se projevilo ve snížení nebo zvýšení zanedbatelně (tab. 5.7). Má sice menší

nároky na živiny, ale podle NOVÁKA (2008) by měla *Poa pratensis* L. reagovat na hnojení větším podílem v porostu. Ovšem MRKVIČKA a VESELÁ (1998) došli k závěru, že *Poa pratensis* L. se prosazuje při absenci N-hnojení, protože vzrůstné trávy ustupují. ČERNOCH a HOUDEK (1994) ji také přiřazují ke konkurenčně slabším druhům. Neznamená to však, že by se s N-hnojením nemohla prosadit (GAISLER et al., 1998). Vápněním se zastoupení redukovalo. *Poa pratensis* L. je typická rostlina pro půdy extrémně kyselé, proto se vápnění mohlo podílet na snížení podílu samozřejmě s ohledem na to, že podle Mehlich III (tab. 4.3) bylo pH oba užitkové roky stále téměř stejně kyselé. Samotné vystavení Ca^{2+} iontům mohlo způsobit pokles podílu.



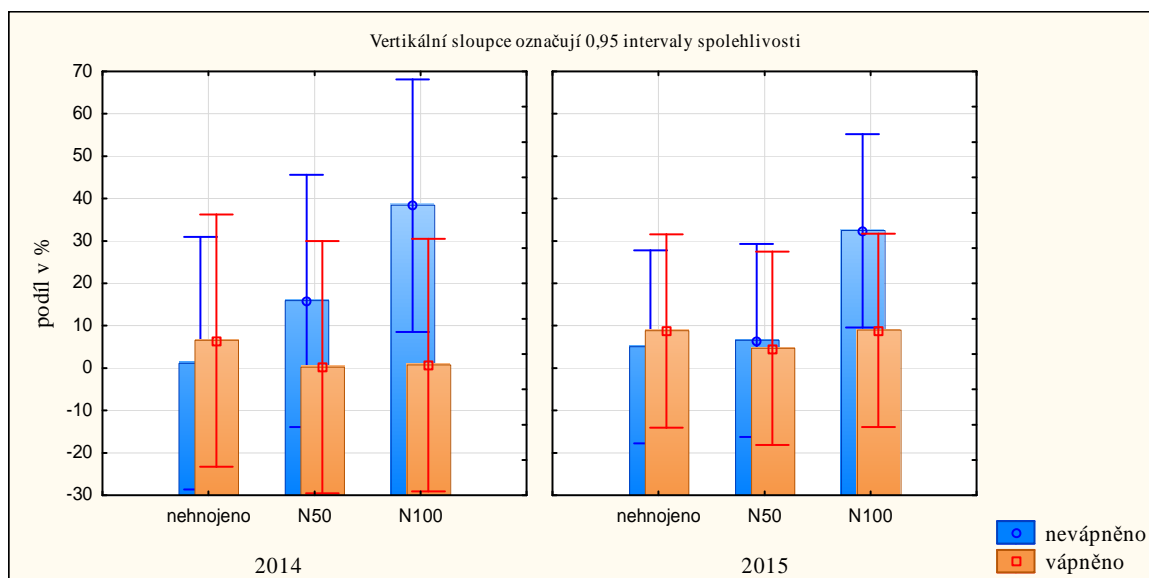
Obr. 5.11: Zastoupení lipnice luční v první seči (%)

Tab. 5.7: Vliv hnojení a vápnění na podíl lipnice luční (%)

Faktor	2014	2015
Hnojení (H)		
N0	7,33	5,17
N50	5,51	5,33
N100	5,48	4,50
p	0,91	0,96
Vápnění (V)		
nevápněno	9,94	7,04
vápněno	2,27	2,97
p	0,11	0,20
H x V		
p	0,94	0,60

5.3.4 Medyněk vlnatý (*Holcus lanatus* L.)

Holcus lanatus L. se vyskytoval v podílu 0,23 – 38 % v prvním roce po vápnění a v rozmezí 5 – 32 % v následujícím roce (obr. 5.12). Nepotvrdil se žádný vliv zkoumaných faktorů. Přesto hnojení dávkou N100 podpořilo vyšší podíl v porostu (tab. 5.8), ale přitom podle HRABĚTE a BUCHGRAGERA (2009) by se *Holcus lanatus* L. měl častěji vyskytovat na živinově chudších, vlhčích stanovištích. Skot ho nepřijímá. I přes jeho plastičnost a výskytu v různých hodnotách pH, se vápněním jeho podíl snižoval. Zároveň je typickým druhem pro mezohygrofytní stanoviště Kameniček.



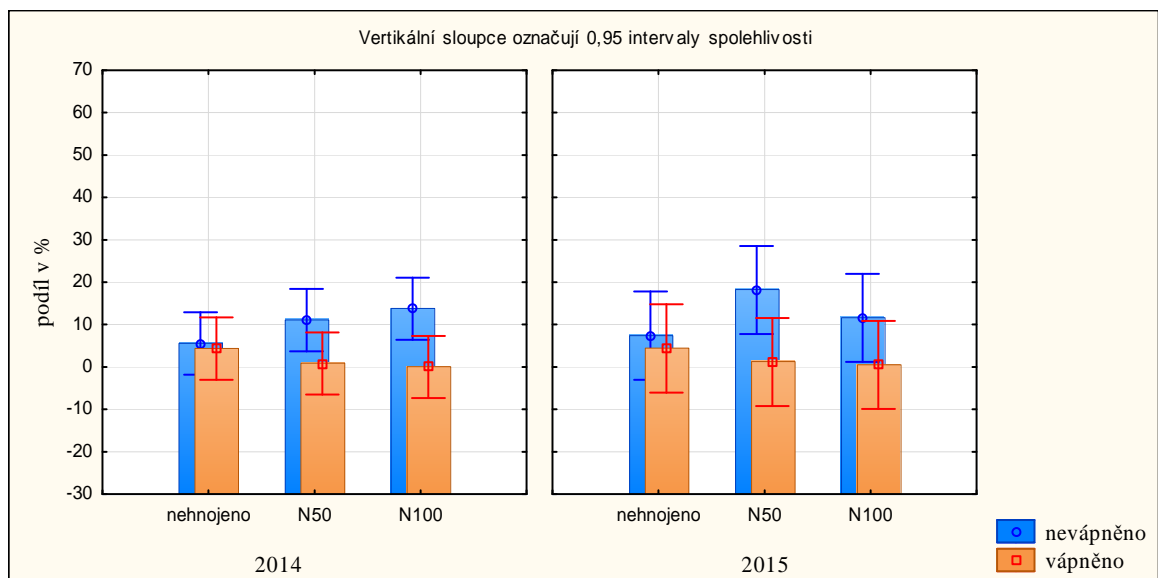
Obr. 5.12: Zastoupení medyněku vlnatého v první seči (%)

Tab. 5.8: Vliv hnojení a vápnění na podíl medyněku vlnatého (%)

Faktor	2014	2015
Hnojení (H)		
N0	3,82	6,91
N50	8,05	5,61
N100	19,54	20,66
p	0,45	0,27
Vápnění (V)		
nevápněno	18,46	14,66
vápněno	2,49	7,46
p	0,15	0,37
H x V		
p	0,28	0,36

5.3.5 Psárka luční (*Alopecurus pratensis* L.)

Podíl *Alopecurus pratensis* L. byl v prvním roce mezi 0 – 14 % a mezi 0,5 – 18 % druhým rokem (obr. 5.13). Hnojení dusíkem ve vyšších dávkách podíl této vzrůstné trávy zvyšovalo (tab. 5.9), jak uvádí i NOVÁK (2008) a GAISLER et al. (1998). Absence N-hnojení vede podle MRKVIČKY a VESELÉ (1998) k nižšímu zastoupení *Alopecurus pratensis* L. Podle JÜRKEHO (1998) je tato tráva indikátorem vlhkosti a výživnosti půdy, resp. na živiny je velmi náročná. Vápnění průkazně snížilo ($P < 0,05$) podíl *Alopecurus pratensis* L. v porostu, shodně s autory (HEJCMAN a SCHELLBERG in ELSWORTH a PALEY, 2009). *Alopecurus pratensis* L. v těchto pracích dominovala až po přidání P či K. Na stanovišti Kameniček je vidět podobný efekt vápnění jak u *Holcus lanatus* L. Po dodání P a K by mohla být už situace jiná. Vápnění a stupňovité hnojení dusíkem vedlo k poklesu podílu *Alopecurus pratensis* L.



Obr. 5.13: Zastoupení psárky luční v první seči (%)

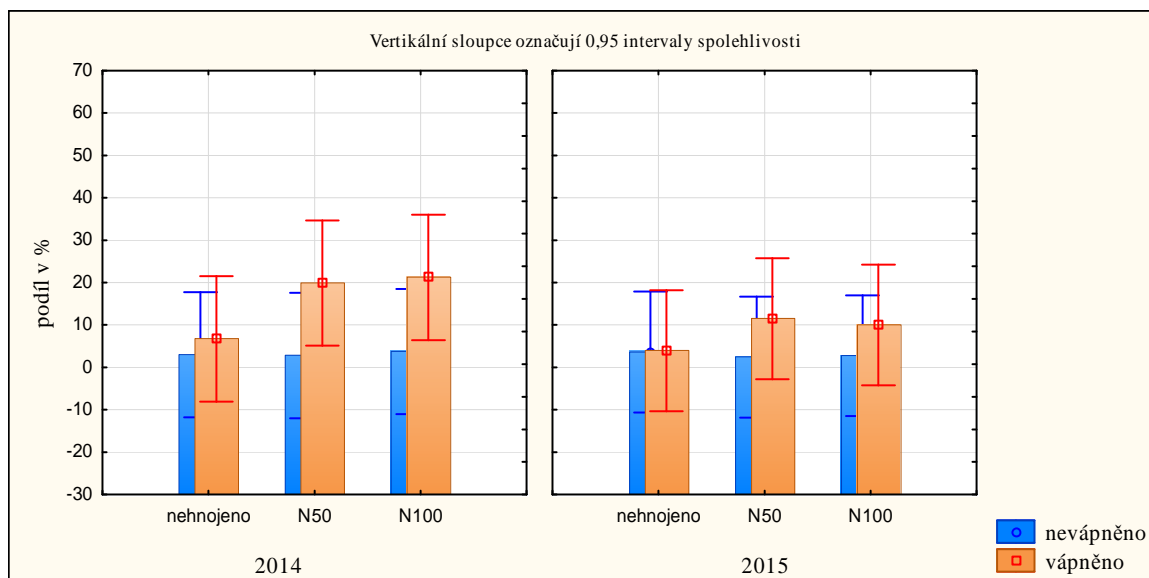
Tab. 5.9: Vliv hnojení a vápnění na podíl psárky luční (%)

Faktor	2014	2015
Hnojení (H)		
N0	4,95	5,90
N50	5,97	9,70
N100	6,87	6,04
p	0,81	0,62
Vápnění (V)		
nevápněno	10,12 ^a	12,39 ^a
vápněno	1,73 ^b	2,03 ^b
p	0,01	0,02
H x V		
p	0,17	0,32

Pozn.: Rozdíly mezi průměrnými hodnotami s různými indexy (^{a,b}) ve sloupcích jsou průkazné na hladině významnosti $P < 0,05$.

5.3.6 Psinečky (*Agrostis spp.*)

V porostech se vyskytovaly dva druhy psineček: psineček tenký (*Agrostis capillaris* L.) a výběžkatý (*Agrostis stolonifera* L.). Zastoupení psineček v porostu bylo v průměru mezi 3 – 21 % prvním rokem a mezi 2 – 11 % druhým rokem (obr. 5.14). První rok byl podílově vyšší ($P < 0,05$) s průměrem 9,56 % oproti roku 2015, kdy průměrný podíl byl jen 5,71 %. V roce 2015 se potvrdila jejich náročnost na vláhu, když se vyskytovaly v menším podílu. Bylo to tedy způsobeno nedostatkem dešťových srážek. Hnojením dusíkem byly psinečky potlačeny. Nízký druh *Agrostis capillaris* L. je typický druh pro kyselé a chudé půdy na živiny. Dle PEETERSE (2016) je *Agrostis capillaris* L. indikátorem nedostatku fosforu v půdě. Vápněním se průkazně zvyšoval ($P < 0,05$) podíl psineček v porostu, ve druhém roce již bez průkaznosti. Vyššího podílu se dosáhlo vápněním a následným hnojením (tab. 5.10). K tomu ve svých experimentech došel i ČOP (2014). Vápnění tak přispělo ke zlepšení botanického složení kyselého travního porostu díky druhům, jako jsou právě psinečky. HRABĚ a BUCHGRABER (2009) sice uvádí *Agrostis stolonifera* L., také jako druh rozšířený na živiny chudších stanovištích a kyselejších půdách. Ale dle CAGAŠE a SVOBODOVÉ (2013) vyhovují také druhu *Agrostis stolonifera* L. půdy dobře zásobené živinami s pH 5,6 – 7. Proto se lze domnívat, že působením dusíku i vápenných hmot se mu otevřela cesta k prosazení v porostu.



Obr. 5.14: Zastoupení psinečků v první seči (%)

Tab. 5.10: Vliv hnojení a vápnění na podíl psinečků (%)

Faktor	2014	2015
Hnojení (H)		
N0	4,85	3,78
N50	11,36	6,95
N100	12,47	6,41
p	0,44	0,84
Vápnění (V)		
nevápněno	3,18 ^a	2,94
vápněno	15,94 ^b	8,48
p	0,04	0,28
H x V		
p	0,47	0,74

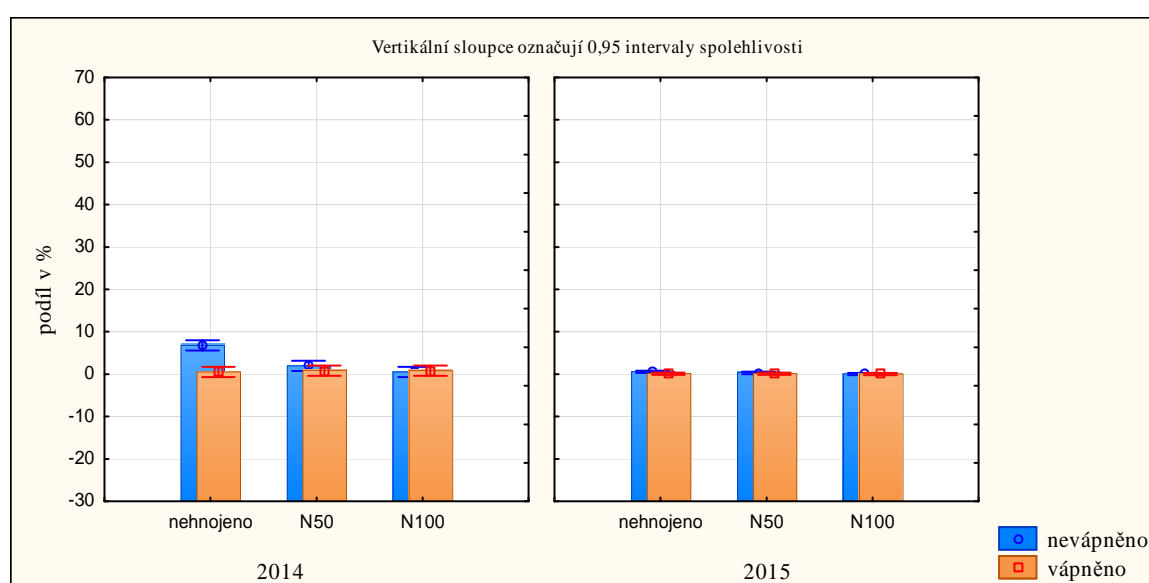
Pozn.: Rozdíly mezi průměrnými hodnotami s různými indexy (^{a,b}) ve sloupcích jsou průkazné na hladině významnosti $P < 0,05$.

5.3.7 Jetel plazivý (*Trifolium repens* L.)

Podíl jetele dosahoval prvním rokem hodnot 0,5 – 7 % a jen 0,02 – 0,57 % druhým rokem (obr. 5.15). První hodnocený rok byl v průměru se svými 1,90 % podílově vyšší ($P < 0,05$), přičemž ve druhém hodnoceném roce bylo jen 0,19 %. Podíl *Trifolium repens* L. se průkazně snižoval ($P < 0,05$) dusíkatou výživou i vápněním (tab. 5.11). Stejný trend

se potvrdil ve druhém roce, ale již bez statistické průkaznosti. Nehnojený a nevápněný porost měl tak vyšší zastoupení *Trifolium repens* L.

SNYDER a LEEP in BARNES et al. (2007) uvádějí *Trifolium repens* L. jako druh, který je tolerantní ke kyselým půdám. Dle VAŇKA (2002) mají obecně dvouděložné rostliny vyšší spotřebu Ca. HRABĚ et al. (2004) zase zdůrazňuje jeho nároky na P a K hnojení, což by měl být limitující faktor i v tomto případě. Na jeho ústupu se mohl podílet i *Agrostis stolonifera* L., protože jím bývá dle SKLÁDANKY (2009b) potlačován i v trávnicích. Dle MRKIČKY a VESELÉ (2001) by se jeho podíl pouhým vápněním nezvýšil. Jeho přítomnost v porostu mimo jiné zvyšuje výnosy sušiny.



Obr. 5.15: Zastoupení jetele plazivého v první seči (%)

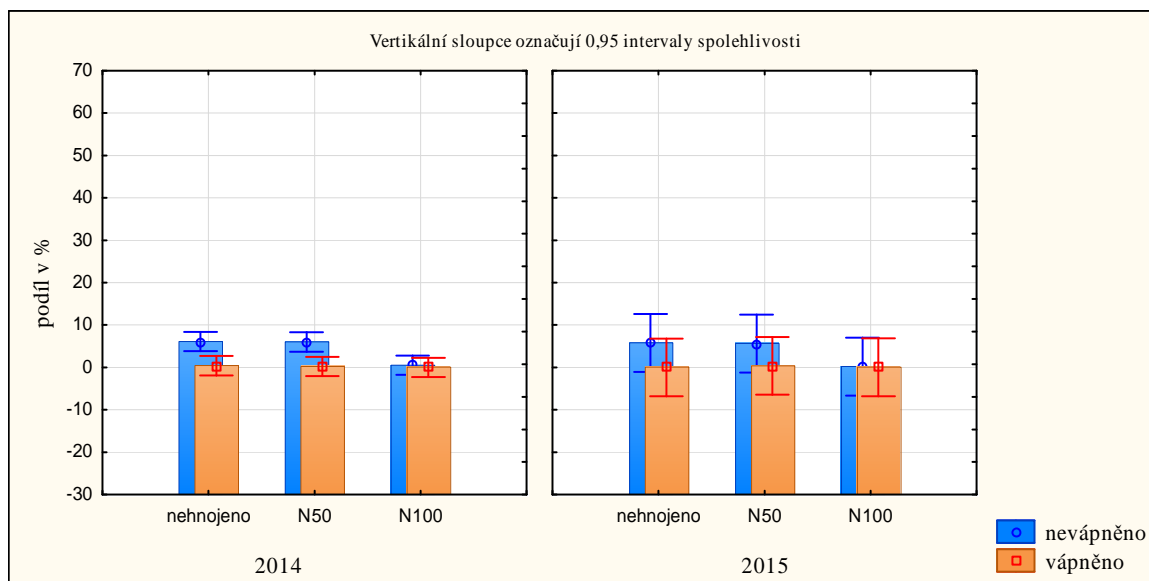
Tab. 5.11: Vliv hnojení a vápnění na podíl jetele plazivého (%)

Faktor	2014	2015
Hnojení (H)		
N0	3,65 ^a	0,34
N50	1,40 ^b	0,21
N100	0,65 ^b	0,04
p	0,00	0,07
Vápnění (V)		
nevápněno	3,08 ^a	0,30
vápněno	0,72 ^b	0,09
p	0,00	0,05
H x V		
p	0,00	0,17

Pozn.: Rozdíly mezi průměrnými hodnotami s různými indexy (^{a,b}) ve sloupcích jsou průkazné na hladině významnosti $P < 0,05$.

5.3.8 Pryskyřník plazivý (*Ranunculus repens* L.)

Ranunculus repens L. je typický bioindikátor zamokřených stanovišť (KLIMEŠ, 2004). Zastoupení se pohybovalo v obou letech v rozmezí 0 – 6 % (obr. 5.16). Vyskytuje se na vápnem chudých loukách. To může být důvod, proč se vápněním a hnojením (VN100) snížil ($P < 0,05$) průkazně podíl tohoto druhu na minimum (tab. 5.12). Zcela ustoupil při variantě VN100, ale průkazně se podíl zvyšoval v nehnojeném porostu nebo při hnojení nižší dávkou N50. Ke stejným výsledkům se došlo i v roce 2015, ale nejedná se o statisticky průkazné rozdíly. V průměru obou let se na téměř úplném snížení ($P < 0,05$) podílelo vápnění (0,17 %). Nevápněné varianty měly v průměru 4,03 %. VERCH a KUCHBAUCH (1994) cit. podle MRKVIČKY a VESELÉ (2001) došli k závěru, že suché období zastoupení *Ranunculus repens* L. obecně snižuje. Jak je vidět na obr. 5.16 ke snížení nedošlo ani vlivem sucha.



Obr. 5.16: Zastoupení pryskyřníku plazivého v první seči (%)

Tab. 5.12: Vliv hnojení a vápnění na podíl rdesna hadí kořen a pryskyřníků (%)

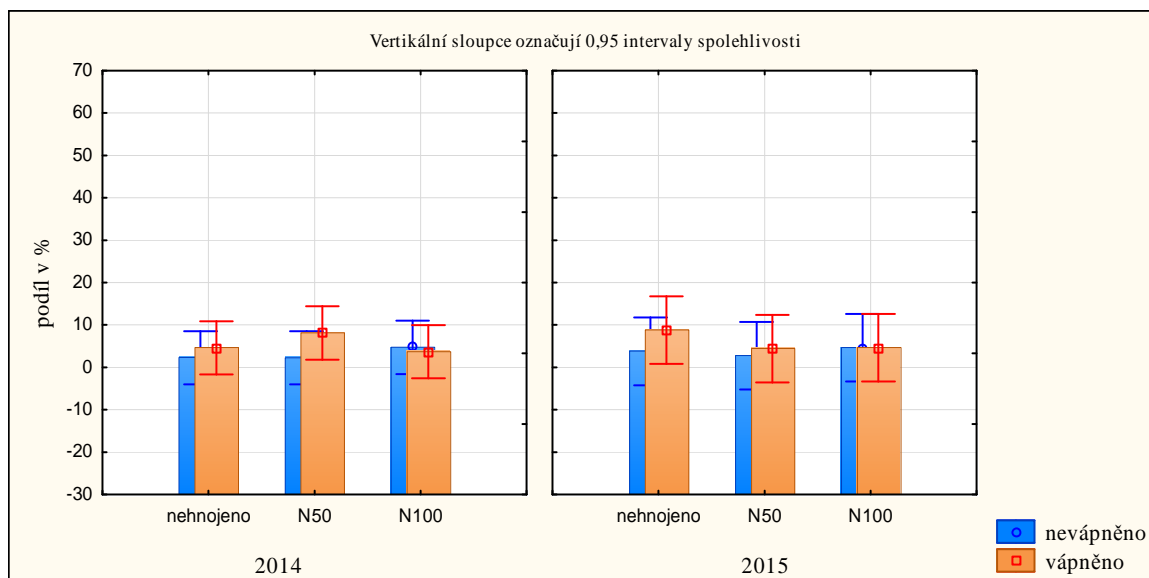
Faktor	<i>Bistorta major</i> Gray		<i>Ranunculus repens</i> L.		<i>Ranunculus acris</i> L.	
	2014	2015	2014	2015	2014	2015
Hnojení (H)						
N0	2,28	4,42	3,26 ^a	2,88	3,45	6,31
N50	0,43	0,97	3,11 ^a	2,99	5,19	3,61
N100	2,19	5,77	0,26 ^b	0,11	4,21	4,67
p	0,23	0,53	0,03	0,53	0,80	0,71
Vápnění (V)						
nevápněno	1,68	4,65	4,21 ^a	3,85	3,09	3,75
vápněno	1,59	2,79	0,21 ^b	0,14	5,48	5,98
p	0,92	0,60	0,00	0,15	0,29	0,43
H x V						
p	0,02	0,18	0,04	0,56	0,45	0,74

Pozn.: Rozdíly mezi průměrnými hodnotami s různými indexy (^{a,b}) ve sloupcích jsou průkazné na hladině významnosti $P < 0,05$.

5.3.9 Pryskyřník prudký (*Ranunculus acris* L.)

V prvním roce se v porostu *Ranunculus acris* L. vyskytoval v průměru mezi 2 – 8 %, druhý rok mezi 3 – 9 % (obr. 5.17). Nebyl prokázán žádný vliv zkoumaných faktorů. Hnojení dusíkem zvyšovalo podíl *Ranunculus acris* L. jen málo (tab. 5.12). Vápnění se podílelo na větším zastoupení. Nejvyššího podílu se dosáhlo na variantě VN50.

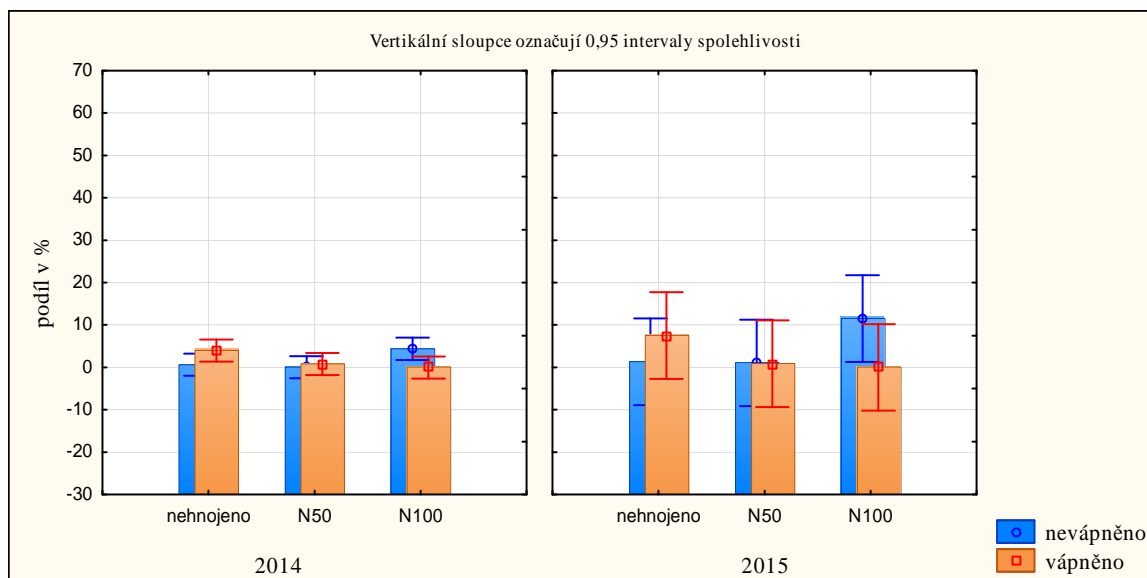
Hnojení dusíkem v roce 2015 přispívalo spíše k poklesu *Ranunculus acris* L., přičemž by měl být podle SKLÁDANKY (2009a) hnojením postupně vytlačován. Vápněním se však podíl zvyšoval. Nejvyšší podíl byl již v nehnojeném, ale vápněném porostu. Dobře snáší velké rozmezí pH hodnot a dá se předpokládat, že jeho výskyt je spíše podmíněn neovlivnitelnými podmínkami stanoviště (vodní režim).



Obr. 5.17: Zastoupení pryskyřníku prudkého v první seči (%)

5.3.10 Rdesno hadí kořen (*Bistorta major* Gray)

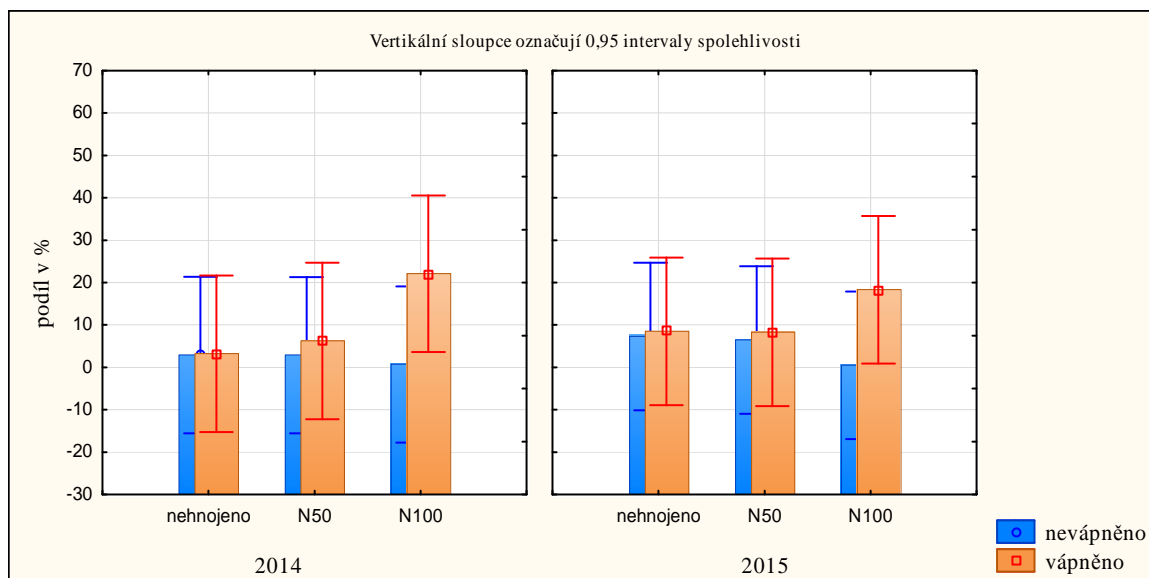
V prvním roce byl podíl *Bistorta major* Gray mezi 0 – 4,37 %, v druhém 0 – 12 % (obr. 5.18). Průkazná ($P < 0,05$) byla interakce hnojení a vápnění (tab. 5.12). Podíl stoupal vyšší dávkou dusíku, což je na tomto stanovišti obvyklé. Ovšem vzestup byl pouze u nevápněných variant. Vápněním došlo naopak spíše k poklesu podílu. NOVÁK (2008) uvádí *Bistorta major* Gray jako rostlinu vlhkých stanovišť, proto se také může na lokalitě Kameničky prosazovat. Podle SKLÁDANKY (2009a) *Bistorta major* Gray dobře snáší kyselé luční půdy a je typickým indikátorem deficitu Ca, což je důkazem toho, že vápnění podpořilo i v tomto pokusu snížení podílu. Nejvyšší podíl měla varianta N100, ale i vápněná nehnojená kontrola. V obou letech *Bistorta major* Gray zcela ustoupilo ve variantě VN100.



Obr. 5.18: Zastoupení rdesna v první seči (%)

5.3.11 Ostřice (*Carex spp.*)

Ostřice se v porostech vyskytovaly poměrně ve vysokém podílu, tj. 0,68 – 22 % v prvním roce po provedeném vápnění a mezi 0,5 – 18 % rok následující (obr. 5.19). Neprokázal se žádný vliv zkoumaných faktorů. Vyšší dávka dusíku a vápnění podpořila vyšší zastoupení ostřic (tab. 5.13). Nejvyššího podílu dosáhla varianta VN100. To naprosto souhlasí s pokusem v Německu (Rengen grassland) s Ca a N (HEJCMAN a SCHELLBERG in ELSWORTH a PALEY, 2009), kde některé ostřice dominovaly celých 64 let. Pokud se vezme v potaz obsah P v tab. 4.3, mohlo by dojít skutečně k takové změně jako v pokusu v Rengenu. Na nevápněném porostu byl podíl potlačován zvýšenou dávkou dusíku (N100), stejně jak udává i NOVÁK (2008). Podle JÜRKEHO (1998) jsou ostřice ukazatelem vlhkých i suchých, nevyživných půd a mají odlišné požadavky na vápnění. V porostu pokusné plochy Kameniček tedy mohly být pravděpodobně druhy ostřic, které dobře reagují na vápnění a hnojení vyšší dávkou dusíku, bez dotace ostatních živin. Samotné pokusné stanoviště Kameničky se řadí do vodního stanoviště jako mezohygrofytní, což znamená, že by v porostu měly převládat vlhkomilné druhy z čeledí lipnicovitých, sítinovitých a šáchorovitých (VESELÁ et al., 2001). Kombinace vápnění a jednostranného hnojení dusíkem se jeví jako faktor, který umožňuje do vyšší míry prosadit společenstva daná především podmínkami stanoviště.



Obr. 5.19: Zastoupení ostřic v první seči (%)

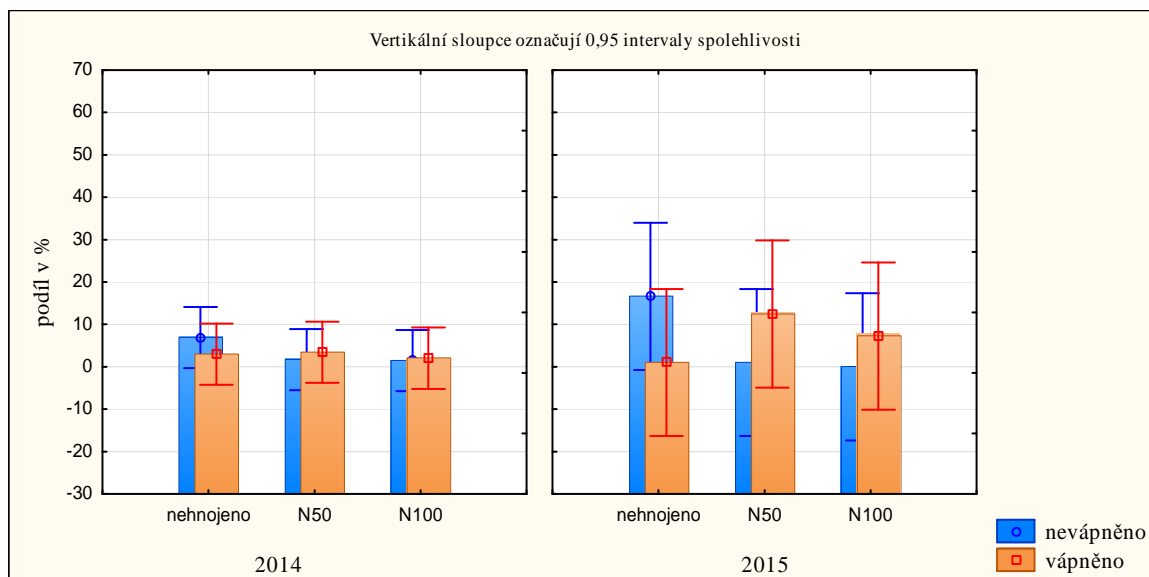
Tab. 5.13: Vliv hnojení a vápnění na podíl ostřic a sítiny klubkaté (%)

Faktor	<i>Carex spp.</i>		<i>Juncus conglomeratus L.</i>	
	2014	2015	2014	2015
Hnojení (H)				
N0	3,07	7,89	4,95	8,82
N50	4,55	7,39	2,55	6,75
N100	11,37	9,41	1,76	3,63
p	0,53	0,95	0,56	0,77
Vápnění (V)				
nevápněno	2,16	4,75	3,36	5,89
vápněno	10,50	11,71	2,81	6,91
p	0,22	0,27	0,82	0,86
H x V				
p	0,38	0,46	0,61	0,20

5.3.12 Sítina klubkatá (*Juncus conglomeratus L.*)

Průměrný podíl *Juncus conglomeratus L.* v prvním roce byl mezi 1,5 – 7 %, ve druhém roce mezi 0 – 17 % (obr. 5.20). Neprokázal se žádný vliv zkoumaných faktorů, nicméně tento druh byl potlačen se zvyšující se dávkou dusíku (tab. 5.13). V druhém roce však bylo ve vápněných variantách více podílu sítin. Podle JÜRKEHO (1998) roste *Juncus conglomeratus L.* na vlhkých místech, ale vyhýbá se vápenitému podkladu a není pro něj specifická daná půdní reakce. Snese půdu i do pH 6,5. V takovém případě by se tento druh mohl potlačit až po několika cyklech vápnění. Jak

uvádí SKLÁDANKA (2010), nejvíce sítin bývá v nehnojených porostech, což potvrzuje i tento pokus.



Obr. 5.20: Zastoupení sítiny v první seči (%)

5.4 Druhová rozmanitost

5.4.1 Počet druhů v porostech

Se stoupající dávkou dusíku se většinou snižoval počet druhů v porostech (tab. 5.14). Vápěním se někdy počet druhů také snižoval, protože byly potlačeny citlivé druhy. Ve vápněném porostu se např. nevyskytovaly vůbec šřovíky, přesličky, pryskyřník plamének, metlice trsnatá, jílek vytrvalý. Hnojení dusíkem může podle POULÍKA (1996) zredukovat počet druhů rostlin v travním porostu až o polovinu. To se však v tomto případě neprokázalo.

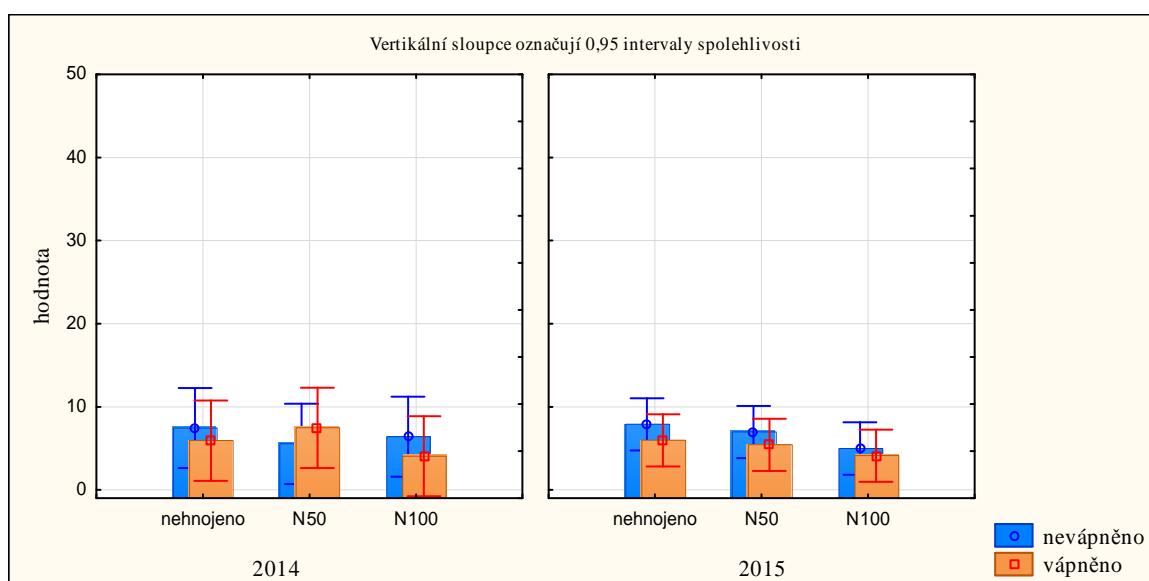
Tab. 5.14: Vliv hnojení a vápnění na počet druhů v porostu

Hnojení	2014		2015	
	Nevápěno	Vápěno	Nevápěno	Vápěno
N0	35	30	23	32
N50	30	29	29	21
N100	31	26	22	24

5.4.2 Hillův index diverzity N_2

Hodnoty Hillova indexu prvních sečí se pohybovaly mezi 4 – 7,5 v prvním roce a mezi 4 – 8 v roce následujícím (obr. 5.21). Tedy od nízké až po střední diverzitu. Vápněním a zvýšenou dávkou dusíku se v roce 2014 druhová rozmanitost mírně snižovala (tab. 5.15).

Rok 2015 byl typický nejvyšší rozmanitostí v nehnojeném porostu. Tím se potvrdil stejný výsledek i jiných autorů. Se zvýšenou dávkou dusíku (N100) poklesl index diverzity. Dle MRKVIČKY a VESELÉ (2001) jsou změny v druhové diverzitě přímo úměrné velikosti dávky dusíku. Je zřejmý i klesající trend biodiverzity po provedeném vápnění. Podle NOVÁKA (2008) by však vápnění mělo podporovat druhovou diverzitu a stabilitu trvalých travních porostů. Jenže podle HAKENA (1992) má dávka dusíku hlavní účinek a předchází vlivu vápníku. Proto je vidět především v roce 2015 téměř ekvivalentně klesající trend. Vápnění do jisté míry vzestup diverzity inhibovalo.



Obr. 5.21: Zjištěné hodnoty Hillova indexu diverzity N_2

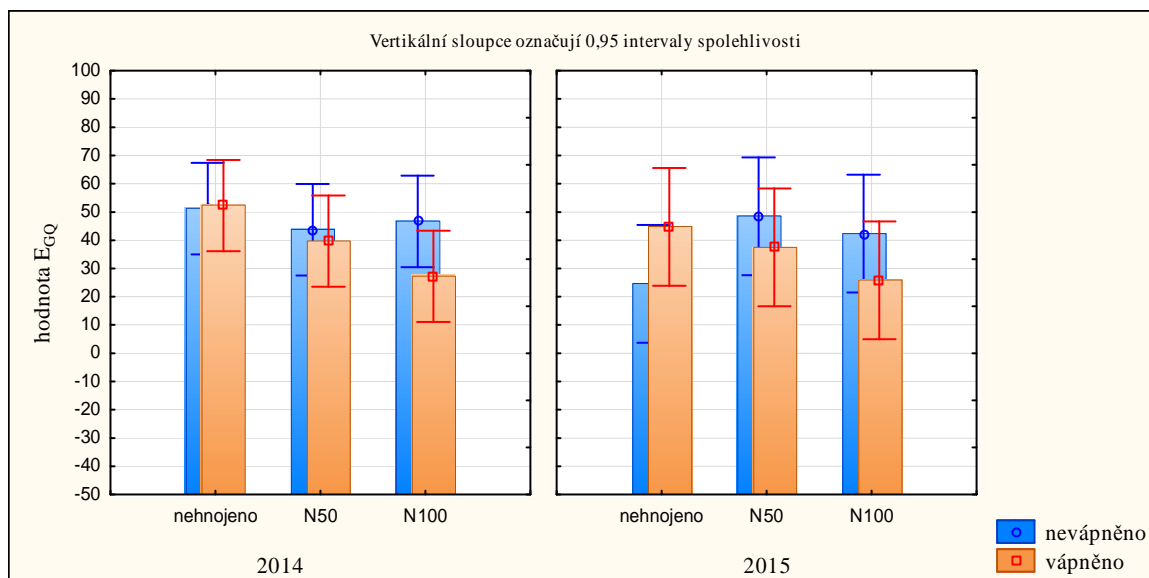
Tab. 5.15: Vliv hnojení a vápnění na Hillův index diverzity N_2

Faktor	2014	2015
Hnojení (H)		
N0	6,69	6,92
N50	6,51	6,21
N100	5,23	4,55
p	0,73	0,24
Vápnění (V)		
nevápněno	6,46	6,62
vápněno	5,82	5,17
p	0,70	0,21
H x V		
p	0,55	0,91

5.5 Kvalita travního porostu

Jak je vidět na obr. 5.22, travní porost byl v prvním roce hodnocen jako velmi málo hodnotný (27) až hodnotný (52). Druhý rok byl z hlediska kvality velmi málo hodnotný (25) až méně hodnotný (49). Neprokázal se žádný vliv hodnocených faktorů. První rok byla nejvyšší kvalita v nehnojeném porostu, ve kterém se vyskytlo mimo hodnotných trav (*Festulolium pabulare*) i hodně jetelovin. Obdobné výsledky byly dosaženy také ve druhém roce.

V obou letech se snižovala kvalita s vyšší dávkou dusíku po provedeném vápnění (tab. 5.16). Snížení bylo způsobeno tím, že málo hodnotné až jedovaté druhy jako ostřice, sítiny a pryskyřník prudký se spíše prosazovaly, kvalitní trávy naopak spíše ustupovaly a jeteloviny se neprosadily. Ostřice a sítiny mohou v důsledku vysoce lignifikovaných ostrých pletiv způsobit poranění sliznic a zhoršení zdravotního stavu zvířat (HRABĚ a BUCHGRABER, 2009). Jak dokládají SNYDER a LEEP in BARNES et al. (2007) odezva na vápnění je dána podmínkami stanoviště a druhovou specifičností, která se potom podílí na krmivářské hodnotě.



Obr. 5.22: Celková kvalita travního porostu E_{GQ}

Tab. 5.16: Vliv hnojení a vápnění na kvalitu travního porostu E_{GQ}

Faktor	2014	2015
Hnojení (H)		
N0	51,73	34,66
N50	41,68	42,96
N100	36,96	34,08
p	0,15	0,54
Vápnění (V)		
nevápněno	47,19	38,46
vápněno	39,73	36,01
p	0,21	0,73
H x V		
p	0,33	0,14

6 ZÁVĚR

Společenstva trvalých travních porostů nedokázala uplatnit svůj produkční potenciál ve zvyšování výnosů hned z několika příčin. Jednalo se zejména o nedostatek srážek, nedostatek především fosforu, který nebyl více zpřístupněn rostlinám ani po vápnění, nevytěsnění živin ze sorpčního komplexu po vápnění, nevyužití dusíkatého hnojiva. Aplikace dusíku se tedy bez dotace ostatních živin (P, K) nepromítla ve zvýšení výnosů. Vápnění pak spíše vedlo k průkaznému snížení výnosů suché píce v důsledku citelného zásahu do stanoviště prostřednictvím použitého vápence, které se projevilo změnou druhové skladby. Je zřejmé, že když je v půdě více Ca^{2+} iontů po provedeném vápnění, tak to může některé druhy přizpůsobené kyselým lučným podmínkám potlačit, protože nebyly dostatečně adaptované.

Podíl agrobotanických skupin se promítl ve zvýšení podílu trav při zvýšené dávce dusíkatého hnojiva (N100). Po vápnění měly trávy tendenci mírně ustupovat z porostu. Jeteloviny a byliny při použití dusíkatého hnojiva z porostu ustupovaly a vápněním se podíl jetelovin nezvýšil. Větší zastoupení bylin bylo zejména u nehnojených porostů, ale jejich podíl podpořila i aplikace vápenných hmot.

Z hodnocených druhů se v porostu vyskytoval nejvíce (až 38 %) *Festulolium pobulare* na čistě vápněné variantě s absencí N-hnojiv, přičemž při hnojení dusíkem se podíl významně redukoval. Kostřava červená (*Festuca rubra* L.) reagovala velice kladně na vápnění (až 36 %), ale i psinečky *Agrostis spp.* (až 21 %) a pryskyřník prudký (*Ranunculus acris* L.) s max. 9 %. Naopak hodnotnější druhy jako psárka luční (*Alopecurus pratensis* L.), lipnice luční (*Poa pratensis* L.) a rdesno hadí kořen (*Bistorta major* Gray) po vápnění ustupovaly. Jetel plazivý (*Trifolium repens* L.) na vápnění nezareagoval. Interakce hnojení a vápnění (VN100) způsobila zvýšení (až 22 %) podílu ostřic (*Carex spp.*), sítiny klubkaté (*Juncus conglomeratus* L.), ale naopak žádoucí potlačení pryskyřníku plazivého (*Ranunculus repens* L.).

Dusíkatá hnojiva jako výrazný intenzifikační faktor nepřispěla ke zvýšení druhové diverzity. Naproti tomu ani vápnění nezaručilo zvýšenou diverzitu. Počet druhů spontánně kolísal bez ohledu na vápnění či hnojení dusíkem.

Aplikace dusíku se neprojevila ve zvýšení kvality travního porostu. Vápenec způsobil změny v druhových společenstvech travních porostů (zvýšení podílu

nehodnotných ostatních bylin, především ostřic a potlačení hodnotných trav), které nezlepšily krmnou hodnotu porostu.

Aplikace dusíku bez vláhově příznivých podmínek a bez dotace fosforu a draslíku se nemusí vždy projevit v kladných výsledcích produkčních ukazatelů. Vápnění jako jedno z pratotechnických opatření může započít i sukcesi rostlinných společenstev v důsledku fyzikálních a biologických změn v půdě, které jsou pro daný polopřirozený travní porost velkou změnou. Zároveň se nemusí prokazatelně ovlivnit pH půdy, půdní sorpční komplex či mobilita živin z dříve nepřístupných vazeb. Po vápnění se potvrdila pufrací schopnost půd (ústožčivost) pod travními porosty, jelikož se za dva roky téměř nezměnila hodnota pH. Mimo určité stanovištní, povětrnostní podmínky a klimatické změny, které nejsou ovlivnitelné, je nezbytným krokem pro zachování dostatečného množství a kvality píce i doplňování ostatních makroelementů do půdy. Je zapotřebí dále sledovat, jakým směrem se budou porosty po vápnění ubírat a zda pravidelné vápnění zabezpečí zlepšení produkčních a kvalitativních aspektů, popř. zda se projeví účinek i různě velkých dávek. Vápnění se pak pro svoje pozitivní uváděné účinky může stát efektivním opatřením na kyselých lučních půdách.

HORKÝ P., SKLÁDANKA J., ŠEDA J. *Regenerace travních porostů a metody studia travních ekosystémů: odborný kurz*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2013.

HRABĚ, F. *Trávy a jetelovino trávy v zemědělské praxi*. 1. vyd. Olomouc: Petr Baštan, 2004.

CHAMBERS, B. J., GARWOOD, T. W. D. Lime loss rates from arable and grassland soils. *The Journal of Agricultural Science*, 1998, 131(04): 455-464.

JANČOVIČ J., VOZÁR Ľ., JANČOVIČOVÁ Ľ., PETRÍKOVÁ S. *Floristické zmeny v trávnom poraste po roznom obhospodarovaní*. Produkčné, ekologické a krajinotvorné funkcie trávnych ekosystémov a krmných plodín: zborník z medzinárodnej vedeckej konferencie : *Nitra SPU, 30. september 2004*. 1. vyd. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, 2004: 87-91

JANDÁK J., POKORNÝ E., PRAX A. *Půdoznalství*. 2. vyd., Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2007, 142 s.

JÜRKE G. *Trávy: lipnicovité, šáchorovité, sítinovité a rostliny podobné travám Evropy*. 1. vyd. Editor Gunter STEINBACH, přeložil Jiří VÁŇA. Praha: Knižní klub, 1998.

JURKO, A: *Ekologické a socioekonomické hodnotenie vegetácie*. *Príroda Bratislava*, 1990, 195 s.

KLAPP E. *Studien über Zusammenhänge von Bodenreaktion, Verbreitung der Wiesenpflanzen, Wiesentypen und Wiesenerträgen*. *Landwirtschaftliches Jahrbuch*, 1930, 71 : 807 - 835.

KOMÁREK, P., KOHOUTEK, A., ODSTRČILOVÁ, V., NERUŠIL, P. *Botanické složení travního porostu při změně intenzity využívání a hnojení. Pastvina a zvíře: příspěvky : Brno 2.-3. září 2004*. ŽIŽLAVSKÝ J. a HRABĚ F (ed.). Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2004.

KRÁLOVEC J., LIPAVSKÝ J. Interakce čtyř současně aplikovaných živin ve výnosu travního porostu. *Rostlinná výroba*, 37, 1991 (11): 897-903

- LESÁK J. *Intenzivní lukařství a pastvinářství: studijní materiály pro postgraduální studium pícninářství, osivářství a krmivářství*. 1. vyd. Brno: Vysoká škola zemědělská, 1971.
- MIKULKA J., PAVLŮ V., SKUHROVEC J., KOPRDOVÁ S. *Metody regulace plevelů na trvalých travních porostech: uplatněná certifikovaná metodika pro praxi*. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby, 2009, 40 s.
- MRKVIČKA J., VESELÁ M. *Vliv různých forem hnojení na botanické složení a výnosový potenciál travních porostů*. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 2001.
- MRKVIČKA, J., VESELÁ, M. Vývoj výnosů a botanického složení trvalých lučních porostů při absenci N-hnojení. *Rostlinná výroba*, 43, 1997 (12): 565-570
- NEUBERG J., ČERVENÁ H., JEDLIČKA J. *Výživa a hnojení plodin: (metodika)*. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 1995, 64 s.
- NEWMAN Y.C., MACKOWIAK C., MYLAVAPARU R., SILVEIRA M.. *Fertilizing and Liming Forage Crops* [online]. 2014 [cit. 2016-02-18]. Dostupné z: <https://edis.ifas.ufl.edu/pdffiles/AG/AG17900.pdf>
- NOVÁK, J. *Pasienky, lúky a trávniky*. Vyd. 1. Prievidza: Patria, 2008, 708 s.
- NOVÁK, J.: Evaluation of grassland quality. *Ekológia*, 23, 2004 (2): 127-143.
- PEETERS, A. *Grassland species* [online]. Australia, 2016 [cit. 2016-04-26]. Dostupné z: <http://www.fao.org/ag/agp/AGPC/doc/gbase/Default.htm>
- PETR J., ČERNÝ V., HRUŠKA L. *Tvorba výnosu hlavních polních plodin*. 1. vyd. Praha: SZN, 1980, 448 s.
- POULÍK, Z. *Výživa a hnojení pícních kultur*. 1. vyd. Praha: Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR, 1996, 36 s.
- POULÍK, Z., ŘÍMOVSKÝ, K. Minerální složení píce dočasné louky při rozdílných systémech hnojení. *Rostlinná výroba*, 43, 1997 (1): 25-29

- RICHTER R., HLUŠEK J. *Půdní úrodnost*. 2. upr. vyd. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 2003, 44 s.
- RICHTER R., HLUŠEK J.. *Výživa a hnojení rostlin: (I.obecná část)*. 1.vyd. Brno: VŠZ v Brně, 1994.
- RYANT, P. *Multimediální učební texty z výživy rostlin*. [online]. Brno: MZLU, 2003 [cit. 2016-03-06]. Dostupné z:
http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/vyziva_rostlin/index.htm
- RYANT, P., SKLÁDANKA J. Trvalé travní porosty. *Multimediální učební texty z výživy a hnojení polních plodin* [online]. Brno: MZLU, 2004 [cit. 2016-03-06]. Dostupné z:
http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/hnojeni_plodin/html/picniny/a_index_picniny.htm
- RYCHNOVSKÁ M., BALÁTOVÁ E., ÚLEHLOVÁ B., PELIKÁN J. *Ekologie lučních porostů*. 1. vyd. Praha: Academia, 1985.
- RYCHNOVSKÁ, M. *Metody studia travinných ekosystémů*. 1. vyd. Praha: Academia, 1987.
- SCHELLBERG J., et al. Long-term effects of fertilizer on soil nutrient concentration, yield, forage quality and floristic composition of a hay meadow in the Eifel mountains, Germany. *Grass and Forage Science*, 1999, 54 (3): 195-207.
- SKLÁDANKA, J. *Pícninářství*. Vyd. 1. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2014.
- SKLÁDANKA, J., VEČEREK, M., VYSKOČIL, I. *Travinné ekosystémy - multimediální učební texty* [online]. Mendelova univerzita v Brně, 2009a [cit. 2016-04-16]. Dostupné z: URL: http://web2.mendelu.cz/af_222_multitext/trek/
- SKLÁDANKA, J., VRZALOVÁ, M., VYSKOČIL, I. *Trávníkářství - multimediální učební texty* [online]. Mendelova univerzita v Brně, 2009b [cit. 2016-04-16]. Dostupné z: http://web2.mendelu.cz/af_222_multitext/travy/index.php?N=0&I=0
- SNYDER S. C., LEEP R. H. Fertilization In BARNES R. F. *Forages: the science of grassland agriculture*. 6th ed. Ames: Iowa State Press, 2007, 791 s.

STEVENS, R. J., LAUGHLIN, R. J., JARVIS, S. C., & PAIN, B. F. The impact of cattle slurries and their management on ammonia and nitrous oxide emissions from grassland. *Gaseous nitrogen emissions from grasslands.*, 1997: s. 233-256.

STRAKA J., HRABĚ F. *Vliv výživy a hnojení na vybrané nutriční charakteristiky trvalé louky*. Výživa rostlin, kvalita produkce a zpracovatelské využití: sborník referátů z konference s mezinárodní účastí : Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 29. - 30.6.1999. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 1999: 138-171

STRAKOVÁ M, STRAKA J., MICHALÍKOVÁ M., PLEVOVÁ K. *Kapesní atlas trav*. 1. vyd., Rousínov 2007

SVOBODOVÁ M., CAGAŠ B. *Trávník: zakládání, ošetřování a údržba*. 1. vyd. Praha: Grada, 2013, 120 s.

SVOBODOVÁ, M., J. ŠANTRŮČEK a M. SKALICKÝ. Pastva a zastoupení jetelovin v TTP. *Úroda* [online]. 2016 [cit. 2016-04-18]. Dostupné z: <http://uroda.cz/pastva-a-zastoupeni-jetelovin-v-ttp/>

ŠIMON J. Vplyv stupňovaných dávok dusíka na floristické zloženie a nutričnú hodnotu trvalých trávnych porastov. *Rostlinná výroba*, 31, 1985 (4): 369-376

ŠRÁMEK, P. *Zvyšování biodiverzity travních porostů*. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 2001, 34 s.

TAUBER P., KRÁLOVEC J. Vliv obhospodařování travního porostu na produkci a kvalitu píče a na vlastnosti půdy. *Výroční zpráva za rok 2013* [online]. 2014, s. 6 - 9 [cit. 2016-04-11]. Dostupné z: eagri.cz/public/web/file/413060/Travni_stacionar_Zavisin_2014.pdf

THÖNI, E. HERREN W. *Futterbau, Futter konservierung*. SV IAL, 6. Auf., 1988, LMZ Zollikofen, 258 s.

Tomić D., Stevović V., Đurović D., Bokan N., Lazarević Đ. Effect of soil liming on forage production of red clover. *Field Crop Production* [online]. University of Kragujevac, Faculty of Agronomy, 2014: 430 - 433 [cit. 2016-02-18]. Dostupné z: http://sa.agr.hr/pdf/2014/sa2014_p0520.pdf

TRÁVNÍK K. *Metodický návod pro hnojení plodin*. 4. vyd. Brno: Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, odbor bezpečnosti krmiv a půdy, 2010.

TRÁVNÍK K., VANĚK V., NĚMEČEK R., PETRÁŠEK K. Vliv dlouhodobého hnojení a vápnění na pH půdy a výnosy plodin. *Rostlinná výroba*, 44, 1998 (10): 471-476

KRÁLOVEC J. Hlavní zásady vápnění luk a pastvin In: VANĚK V. *Vápnění zemědělských půd*. Ministerstvo zemědělství, 1991, 107 s.

VANĚK V. *Výživa a hnojení polních plodin, ovoce a zeleniny*. 1.vyd. Praha: Farmář - Zemědělské listy, 1998.

VANĚK, V., NAJMANOVÁ, J., PETR, J., NĚMEČEK, R. Vliv hnojení a vápnění na pH půd a výnosy plodin. *Rostlinná výroba*, 43, 1997 (6): 269-274

VELICH J. *Studium vývoje produkční schopnosti trvalých lučních porostů a drnového procesu při dlouhodobém hnojení a jeho optimalizace*. Praha, VŠZ 1986, 162 s.

VELICH J., MRKVIČKA J. (Vysoká škola zemědělská, Praha): Vliv doby hnojení travních porostů draslíkem na výnosy a koncentraci draslíku v píci. *Rostlinná výroba*, 34, 1988 (8): 873-881

VELICH, J. *Praktické lukařství*. 1.vyd. Praha: Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR, 1996, 57 s.

VERCH G., KUCHBAUCH W. Changes in botanical composition and forage quality of a wetland meadow due to extensive management. *Wirtschaftseigene-Futter*, 40, 1994: 240-251

VESELÁ M., MRKVIČKA J. A DULÁROVÁ A. Vliv stanoviště a hnojení na druhové složení a výnosy luk. *Úroda* [online]. Česká zemědělská univerzita v Praze, 2001 [cit. 2016-04-16]. Dostupné z: <http://uroda.cz/vliv-stanoviste-a-hnojeni-na-druhove-slozeni-a-vynosy-luk/>

VOPLAKAL K. *Fosfor v půdě*. *Úroda* [online]. 2001 [cit. 2016-03-06]. Dostupné z: <http://uroda.cz/fosfor-v-pude/>

VOZÁR R., JANČOVIČ J. Trvalé trávne porasty In: SKLÁDANKA, J. *Pícninářství*.
Vyd. 1. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2014: 154 - 256

WHEELER D. M. Investigation into the mechanisms causing lime responses in a
grass/clover pasture on a clay loam soil, *New Zealand Journal of Agricultural Research*,
1998, 41 (4): 497-515

WHITEHEAD, D. *Nutrient elements in grassland: soil-plant-animal relationships*.
Wallingford, Oxon, UK: CABI, 2000, 369 s.

8 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 3.1: Spotřeba vápenatých hnojiv	20
Obr. 3.2: Působení Ca v půdě	23
Obr.: 4.1: Klimadiagram roku 2014	27
Obr.: 4.2: Klimadiagram roku 2015	27
Obr. 5.1: Výnosy sušiny v roce 2014 (t.ha ⁻¹)	33
Obr. 5.2: Výnosy sušiny v roce 2015 (t.ha ⁻¹)	34
Obr. 5.3: Celkové výnosy (t.ha ⁻¹)	37
Obr. 5.4: Podíl agrobotanických skupin v 1. seči 2014 (%)	38
Obr. 5.5: Podíl agrobotanických skupin v 1. seči 2015 (%)	39
Obr. 5.6: Zastoupení trav v první seči (%)	40
Obr. 5.7: Zastoupení jetelovin v první seči (%)	41
Obr. 5.8: Zastoupení bylin v první seči (%)	42
Obr. 5.9: Zastoupení <i>Festulolium pabulare</i> v první seči (%)	43
Obr. 5.10: Zastoupení kostřavy červené v první seči (%)	45
Obr. 5.11: Zastoupení lipnice luční v první seči (%)	46
Obr. 5.12: Zastoupení medyňku vlnatého v první seči (%)	47
Obr. 5.13: Zastoupení psárky luční v první seči (%)	48
Obr. 5.14: Zastoupení psineček v první seči (%)	50
Obr. 5.15: Zastoupení jetele plazivého v první seči (%)	51
Obr. 5.16: Zastoupení pryskyřníku plazivého v první seči (%)	52
Obr. 5.17: Zastoupení pryskyřníku prudkého v první seči (%)	54
Obr. 5.18: Zastoupení rdesna v první seči (%)	55
Obr. 5.19: Zastoupení ostřic v první seči (%)	56

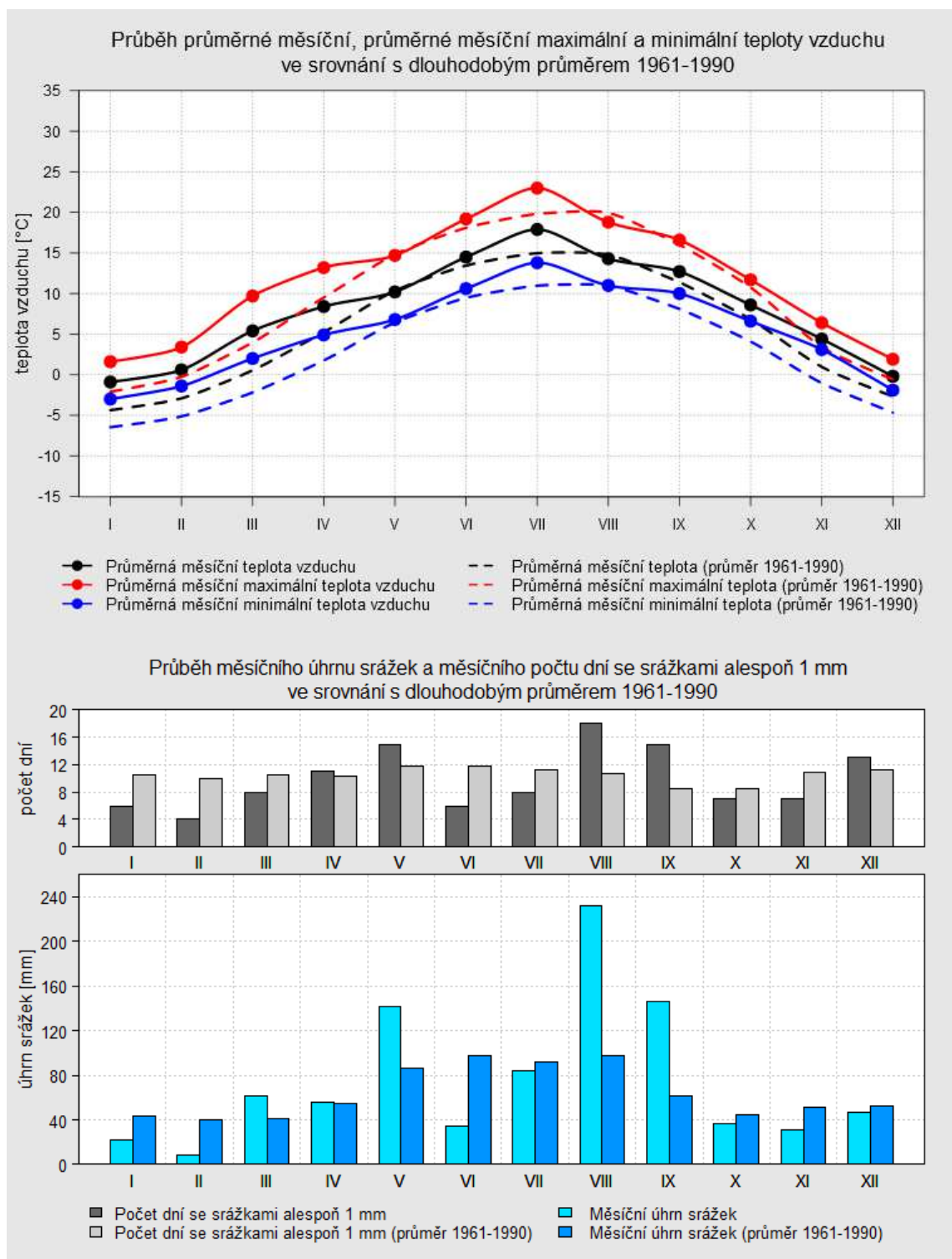
Obr. 5.20: Zastoupení sítiny v první seči (%)	57
Obr. 5.21: Zjištěné hodnoty Hillova indexu diverzity N_2	58
Obr. 5.22: Celková kvalita travního porostu E_{GQ}	60

9 SEZNAM TABULEK

Tab. 3.1: Odběr živin trvalým travním porostem v sečném využití	17
Tab. 3.2: Potřeba vápnění TTP	24
Tab. 4.1: Obsah přístupných živin v půdě před vápněním (mg.kg^{-1}) a hodnota výměnné pH (podzim roku 2013)	26
Tab. 4.2: Hodnoty výměnné pH nevápňených a vápněných variant (podzim roku 2014)	26
Tab.: 4.3.: Obsah přístupných živin v půdě (mg.kg^{-1}) a hodnota výměnné pH (podzim roku 2015)	26
Tab. 4.4: Sklízňe v letech 2014 a 2015	28
Tab. 4.5: Vyhodnocení Hillova indexu diverzity	30
Tab. 4.6: hodnocení jednotlivých druhů podle krmné hodnoty	30
Tab. 4.7: Zhodnocení celkové kvality porostu E_{GQ}	31
Tab. 5.1: Vliv hnojení a vápnění na výnosy sušiny v roce 2014 (t.ha^{-1})	33
Tab. 5.2: Vliv hnojení a vápnění na výnosy sušiny v roce 2015 (t.ha^{-1})	35
Tab. 5.3: Vliv hnojení a vápnění na celkové výnosy (t.ha^{-1})	37
Tab. 5.4: Vliv hnojení a vápnění na zastoupení trav, jetelovin a bylin prvních sečí (%)	39
Tab. 5.5: Vliv hnojení a vápnění na podíl <i>Festulolium pabulare</i> (%)	43
Tab. 5.6: Vliv hnojení a vápnění na podíl kostřavy červené (%)	45
Tab. 5.7: Vliv hnojení a vápnění na podíl lipnice luční (%)	46
Tab. 5.8: Vliv hnojení a vápnění na podíl medyňku vlnatého (%)	47
Tab. 5.9: Vliv hnojení a vápnění na podíl psárky luční (%)	49

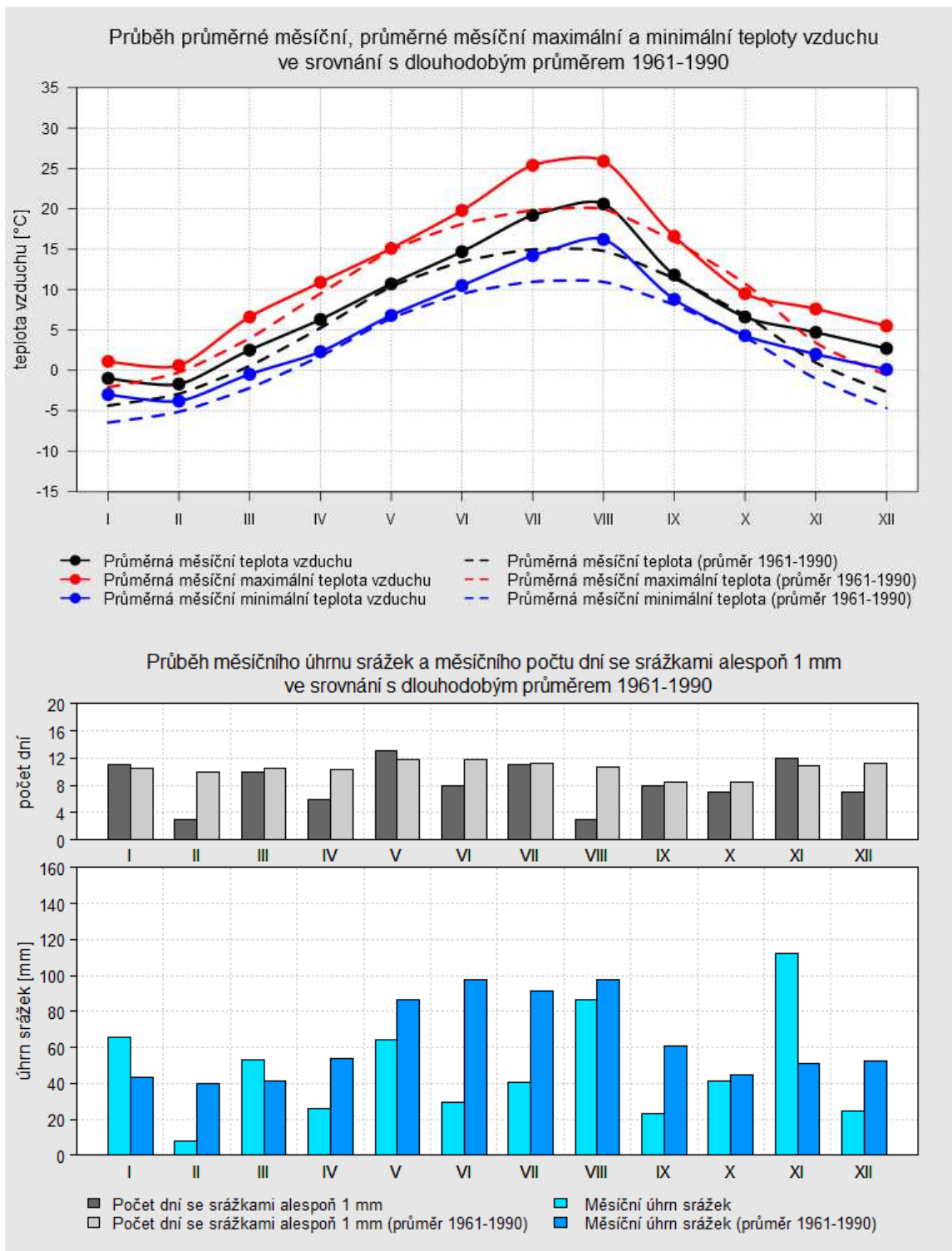
Tab. 5.10: Vliv hnojení a vápnění na podíl psineček (%)	50
Tab. 5.11: Vliv hnojení a vápnění na podíl jetele plazivého (%)	51
Tab. 5.12: Vliv hnojení a vápnění na podíl rdesna hadí kořen a pryskyřníků (%)	53
Tab. 5.13: Vliv hnojení a vápnění na podíl ostřic a sítiny klubkaté (%)	56
Tab. 5.14: Vliv hnojení a vápnění na počet druhů v porostu	57
Tab. 5.15: Vliv hnojení a vápnění na Hillův index diverzity N_2	59
Tab. 5.16: Vliv hnojení a vápnění na kvalitu travního porostu E_{GQ}	60

10 PŘÍLOHY



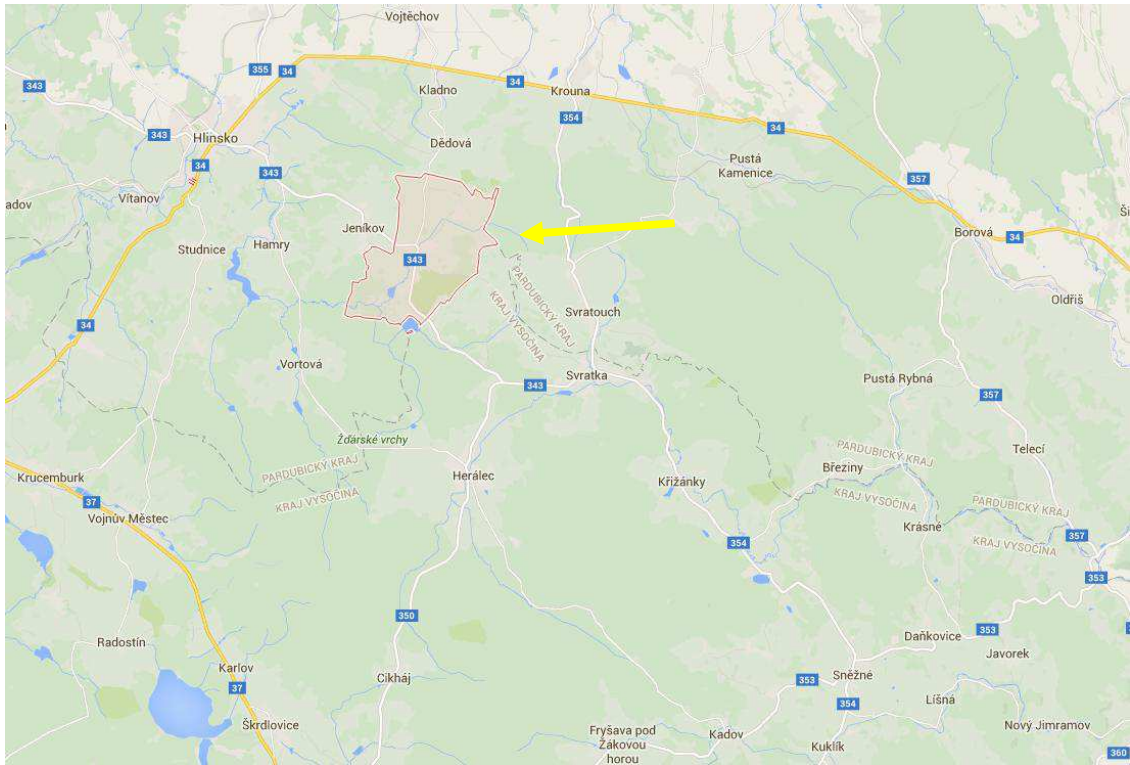
Obr. 10.1: Průměrné teploty a srážky ve srovnání pro rok 2014

(http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/mesicni_data/images_mdata/Teploty_H3SVRA01_2014.png)



Obr. 10.2: Průměrné teploty a srážky ve srovnání pro rok 2015

(http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/mesicni_data/images_mdata/Teploty_H3SVRA01_2015.png)



Obr. 10.3: Lokalizace obce Kameničky (maps.google.com, 2016)



Obr. 10.4: Satelitní snímek pokusné plochy (maps.google.com, 2016)



Obr. 10.5: Pokusná plocha Kameničky 2015 (Foto: Autor)



Obr. 10.6: Konec sklizně 2. seče 2015 (Foto: Autor)