

Jihočeská Univerzita v Českých Budějovicích
Biologická Fakulta
katedra botaniky



Vliv přídatku živin na strukturu lučního společenstva

autor: Jaromír Kysilka

školitel: Jan Lepš

2000

Kysilka J. 2000, Vliv přídatku živin na strukturu lučního společenstva (Effect of nutrient addition on the structure of meadow community). Mgr. Thesis, in Czech

This study investigates the effect of nutrient addition on the species composition of meadow vegetation. The project began in March 1995 in a moist meadow near Ceske Budejovice, Czech Republic.

The three nutrient addition treatments and a control were arranged in two designs. The first, run from 1995-97 was a Latin-square design with 16 2.25 m squared quadrats. The second design, conducted in 1996 and 97, was a Latin-square design with 16 4 m squared quadrats.

Nutrient additions were one time per year in the first design (10g N, 5g P per m squared), and four times per year in the second design (4 x 2.5g N, 4 x 1.25g P per m squared). Combinations of nutrients were not applied.

Tato práce byla vypracována v rámci grantu GAČR 206/99/0889.

Prohlašuji, že jsem uvedenou práci vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury.

v Českých Budějovicích dne 5.1.2000

Obsah

ÚVOD:	1
MATERIÁLY A METODY:	7
CHARAKTERISTIKA LOKALITY	7
TYPY ZÁSAHŮ	7
SBĚR DAT	8
ANALÝZA DAT	8
VÝSLEDKY	10
PRVNÍ ROK – 1995 – PRVNÍ PLOCHA:	10
<i>Analýza standartního snímkování</i>	10
<i>Analýza hierarchického snímkování</i>	10
<i>Analýza biomasy rozebrané na rody</i>	11
<i>Analýza celkové biomasy</i>	11
DRUHÝ ROK – 1996:	11
<i>Analýza hierarchického snímkování – první plocha</i>	11
<i>Analýza hierarchického snímkování – druhá plocha</i>	11
<i>Porovnání ploch</i>	12
TŘETÍ ROK – 1997:	12
<i>Analýza hierarchického snímkování – první plocha</i>	12
<i>Analýza hierarchického snímkování – druhá plocha</i>	12
ANALÝZA OPAKOVANÝCH MĚŘENÍ	13
DRUHOVÉ PREFERENCE	14
<i>První rok – 1995</i>	14
<i>Druhý rok – 1996</i>	14
První plocha	14
Druhá plocha	15
<i>Třetí rok – 1997</i>	15
První plocha	15
Druhá plocha	16
<i>Rozdíly ve druhových preferencích mezi roky a plochami</i>	17
<i>Molinia caerulea</i>	17
DISKUSE	18
LITERATURA	22

Úvod:

Střední Evropa leží z největší části v lesní zóně a proto většina travinných ekosystémů v ní se nacházejících je druhotného původu. Přirozené travinné formace můžeme nalézt pouze nad horní hranicí lesa, na rašeliništích, močálech, v aluviích řek a na místech výskytu lesostepních a xerothermních společenstev. Travinná společenstva vyskytující se na jiných stanovištích jsou náhradními společenstvy lesů, vzniklými po vykácení stromů člověkem a pokud by nebyly člověkem hospodářsky využívány, tak by se ve většině případů rostlinné společenstvo změnilo zpět na lesní.

Travní porosty můžeme rozdělit podle původu na přirozené, polopřirozené a umělé. V přirozených porostech se jednotlivé druhy rostlin vyskytují spontánně, jsou zde zastoupeny podle klimatických, pedologických a geografických vlastností lokality. Polopřirozená společenstva vznikala po nepřilíš velkém zásahu do původního porostu (došlo k úpravě živin a pH - často velice souvisí, vodního režimu, ale i druhového složení). Oproti to mu umělé travní porosty vznikají velmi intenzivní působením lidské činnosti, tj. rekultivací a zasetím travní nebo jiné produkční směsi, obvykle obsahující jenom několik málo druhů [Rychnovská et al. 1985]. Takovéto kulturní "monokultury" (v uvozovkách, neboť většinou obsahují více druhů), mají mnohem vyšší produktivitu, ale mají narozdíl od předchozích sníženou schopnost autoregulace, neboť tato souvisí právě s druhovou bohatostí porostů.

Všechny umělé ekosystémy vytvořené člověkem nemají schopnost trvale a samostatně existovat v čase a prostoru a pro udržení jejich stability je potřeba do systému dodávat energii. Této dodatkové energie musí být tím více, jak daleko od přirozeného společenstva je společenstvo náhradní, člověkem požadované [Rychnovská et al. 1985].

V polopřirozených a přirozených porostech však lze také zvyšovat výnosy, ale tyto porosty mohou ještě zajišťovat jiné funkce, např. funkce krajinyotvorné, funkce ochranné (vodní režim, čistota vod), atd.

Je tedy v našem zájmu udržovat luční porosty ve formách alespoň polopřirozených, neboť jejich užitná hodnota je vyšší (neviděno úzkým pohledem chovatele dobytka) a zároveň množství dodatečné energie potřebné na udržování takového porostu je menší.

Důležitou charakteristikou biotopu luk je dostatečná zásoba vody (ne však nadměrné množství), absence silnějšího období sucha v letních měsících, půda ne extrémně kyselá nebo alkalická, ani ne silně zasolená. Porost v tomto biotopu je tvořen převážně vytrvalými mezofilními bylinami, které fungují po celé vegetační období bez výrazné letní deprese [Rabotnov 1974]. Dále je pro takovéto biotopy charakteristické období vegetačního klidu v zimním období, kdy dochází ke zpomalení nebo úplnému zastavení vegetačního růstu.

Z hlediska transportu energie na loukách primární producenty řadíme především do skupiny vytrvalých mezofytních travin a bylin, konzumenti se zde vyskytují jen v přirozené míře a dochází na nich k pravidelnému odstraňování a odvozu rostlinné biomasy pro hospodářské účely.

Široce rozšířenou skupinou přirozených luk u nás jsou vlhké louky náležející do řádu Molinietalia. Tyto louky mají význam jak hospodářský (funkce ochranné), tak i význam mimoprodukční (hydrologické funkce, funkce estetické). [Rychnovská et al. 1985] Zvláště významné jsou louky tohoto typu v ochranných zónách vodních zdrojů.

Vlhkomilné louky řádu Molinietalia lze rozdělit do čtyř skupin podle vodního režimu. Svaz Molinion jsou louky stanovišť se střídavou vlhkostí, využívány jako jednosečné až dvousečné (sena a otava). Nalézt je můžeme od planárního až po submontánní stupeň (tj. teplé nížiny až pahorkatiny). Hospodářská kvalita těchto luk je střední až nízká, výnosy z nich jsou nízké (sena z těchto luk se dříve využívalo v čalounictví). Jsou zástupcem luk s významnou

filtrační a protierozní funkcí. Na některých lokalitách se takovéto louky stávají refugiem vzácných druhů rostlin.

Pro vlhké louky se často udává průměrná hladina podzemní vody. Tento údaj je však pro vlhké louky třídy typu *Molinio-Arrhenathera* nedostačující, neboť mnohem důležitější je zde vodní režim na začátku a jeho dynamika během vegetačního období. Další velice důležitou charakteristikou je kyselost půd. Tato ovlivňuje sycení sorpčního komplexu půdy a tím ovlivňuje dostupnost živin pro rostliny. Působí také na fyzikální a chemické vlastnosti půdy a na činnost mikroorganismů, tedy ovlivňuje fixaci dusíku, nitrifikaci a odbourávání celulózy). Na druhové složení porostu pak spolu s jinými faktory silně působí obsah živin, ať obsažených přímo v půdě, v podzemní vodě, nebo ve vodě, která do systému přichází odjinud (voda povodňová, dešťová). Schopnost rostlin přijímat živiny z půdy závisí na vlhkosti půdy, její kyselosti a teplotě, ale také na vzájemném poměru iontů a působení mikroorganismů a jejich vzájemném ovlivňování.

Obsah a poměr živin na lokalitě se snižuje odebráním biomasy (senoseč) a proto je potřeba porosty přihnojovat i v místech živinami bohatých, pokud nejsou živiny dodávány přirozenou cestou (povodně). Pokud bychom živiny nedodávali, docházelo by postupně ke změnám v úživnosti půd (snížení množství živin, změny poměru iontů), což by mohlo zapříčinit změny v druhovém složení porostu (v některých případech bychom však takovýmto postupem mohli docílit žádoucích změn). Navíc po kosení jsou při následné obnově porostu ve výhodě takové druhy, které mají rychlou regenerační schopnost (např. trávy). Oproti tomu druhům s pomalým vývojem dozrávajícím později takto snižujeme schopnost konkurence, snižuje se jejich fitness a dochází k jejich ústupu z porostu.

Jednotlivé ionty mají různý vliv na vývoj některých částí rostlin. Například dusík pozitivně působí na vývoj listů a tím pomáhá vývoji některých vysokých trav (i na sušších stanovištích). Ellenberg [1978] zmiňuje vznik ovsíkové louky intenzívním hnojením suchých travních porostů typu *Mesobrometum* a

Xerobrometum dusíkem. Narozdíl od dusíku, fosfor a draslík pozitivně ovlivňují vývoj vikvovitých rostlin [Elisseou et al. 1995].

Vlivem hnojení často dochází ke snížení diverzity za současného poklesu počtu druhů. Avšak druhově bohatší a složitější ekosystémy mají velké homeostatické schopnosti, kterými mohou do jisté míry kompenzovat případná poškození rovnováhy porostu.

Přirozené travinné porosty jsou bohatou zásobárnou genetických informací obsažených v genotypech všech druhů rostlin, živočichů a půdních mikroorganismů v takovýchto porostech zastoupených. Obsahují množství různých vlastností a mechanismů adaptace, které člověk často používá při šlechtění nových odrůd, ale i v jiných oblastech lidské činnosti (farmaceutický průmysl, aj.). Přirozené luční společenstvo čítá obvykle kolem 50ti až 70ti druhů vyšších rostlin. Louky takto zajišťují refugium druhové diverzity krajiny, podobně jako lesní společenstva. Nahrazením přirozených travinných společenstev jednoletými pícninami vede k drastickému snížení genofondu krajiny.

U druhově bohatých travinných porostů, kde rostliny dokonale využívají rozdílné vrstvy půdního profilu a zároveň rozdílné vrstvy v prostoru nad zemí, má velice výrazný vliv velikost a architektura nadzemních částí rostlin, na kterých závisí tvorba biomasy a tím i výnosnost porostu. Na převzetí kontroly nad nadzemním prostorem má mj. vliv rychlost růstu do výšky, zvláště v prvních fázích vývoje vegetace, schopnost druhů rozšiřovat se podrůstáním porostu (*Ranunculus repens*, *Potentilla reptans*) nebo prorůstáním (výběžkaté trávy). Důležitá je také schopnost přetrvávání rostlin.

Obecně lze říci, že podmínky lokality nepřilíš vhodné pro tvorbu biomasy, v přirozených travinných porostech vedou k bohatšímu floristickému složení. Naopak podmínky optimální nebo supraoptimální způsobují snižování druhové diverzity a nezřídka k výrazné dominanci jednoho nebo více druhů, které jsou schopny díky svému přizpůsobení na dané podmínky rychlého růstu z čehož

vyplývá jejich vysoká konkurenční schopnost. Stejně tak působí na společenstvo umělé přidávání živin ve formě minerálních hnojiv [Rabotnov 1973].

V tom, že počet druhů klesá se zvyšující se úživností lokality se shodují i Tilman (1993) a Grime (1979). Berendse et al. (1992) nastiňují, že nízká úroveň produktivity porostu je pro úspěšné obnovení druhově bohatých luk důležitá, ale sama o sobě ještě nezaručuje úspěch. Při zvýšení obsahu živin se ve společenstvu nejprve projeví zvýšením jeho produktivity jako odezva na odstranění vlivu nedostatku živin, ale později dojde ke snížení počtu druhů jako reakce na změněné konkurenční podmínky na lokalitě [Grime 1979]. V mnoha případech tedy dochází vlivem dodávání hnojiv do lučních porostů vedle zvyšování výnosů k nežádoucímu snižování druhové bohatosti [Tallovin et al. 1993]. Podle mnohých prací k tomuto přispívá například hnojení dusíkem a fosforem, které zvyšuje produktivitu společenstva, ale zároveň ovlivňuje jeho složení snižováním počtu druhů a indexů diverzity, zvláště v kombinovaném použití [Elisseou et al. 1995]. V plevelových společenstvech k tomuto efektu nejvíce dodávání dusíku, např. močovina v kapalné formě, jejímž dodáním dochází k největšímu poklesu počtu druhů [Pyšek & Lepš 1991]. Zvyšování produktivity přidáváním živin může během delšího období způsobit pokles počtu druhů až na pouhých 25% původního množství [Berendse et al. 1992].

Způsob, jakým lze dosáhnout zachování produktivity, je odstraňování biomasy porostu. Pokud je biomasa odstraňována v období do srpna, výnosy dokonce stoupají [Kirkham & Tallwin 1995]. Pokud nebudeme porost kosit, zvyšuje se podíl stařiny a snižuje se produkce trav. V některých případech může dojít až k tzv. zatažení porostu jedním druhem. V takovémto společenstvu pak jakýkoli jiný druh těžko získává prostor k životu. Kosení porostu vyvolává jeho regeneraci a stimuluje tvorbu biomasy. Důležitým faktorem při tom je dostatek vody a živin. Pokud by docházelo k ochuzování lokality o živiny, musíme tyto do systému dodávat.

Oproti tomu podle Dumortier et al. (1996) jedno nebo dvě pozdně letní a/nebo podzimní kosení provedené v září až říjnu produktivitu snižuje a zvyšuje druhovou bohatost.

Jak bylo popsáno výše, odpověď jednotlivých druhů se může lišit podle toho, jaké živiny byly použity. Je známo, že přídavek dusíku podpoří obzvláště časně rostoucí trávy a potlačí vikvovité a naopak na přídavek fosforu vikvovité reagují zvýšeným výnosem [Mamolos et al. 1995]. Podaří-li se dokonale poznat závislosti mezi přídávky živin a odpověďmi jednotlivých druhů, budeme moci cílevědomě ovlivňovat druhové složení travinných společenstev.

Cílem mojí práce bylo objasnit vliv některých chemických iontů obsažených v umělých hnojivech (NO_3^- , NH_4^+ , PO_4^{3-}) na luční porost. Hodnocen byl obzvláště vliv na jeho druhové složení a vliv různých režimů použití hnojiva.

Materiály a metody:

Charakteristika lokality

Experiment probíhal v letech 1995-1997 včetně (tři vegetační období) na trvalých plochách v lokalitě "Ohrazení", nedaleko Českých Budějovic (9km směr VJV – 48°57' s.š. 14°36' v.d.), v nadmořské výšce kolem 495 m.n.m. se sklonem přibližně 2° orientované na východ ze západu kryté lesem. Průměrná roční teplota je 7,8°C a srážky jsou 620 mm (meteorologická stanice České Budějovice). Pokusné plochy jsou silně podmáčené (hladina spodní vody nad 5cm, kolísá během roku), s pH 5,39 [Kysilka, nepublikováno]. Dle půdního rozboru obsahovala 6-8 g celkového N na kg sušiny, 400-500 mgkg⁻¹ P a poměr C/N je mezi 16-20ti [Lepš, nepublikováno]. Původní rostlinné společenstvo náleží do svazu *Molinion*.

Typy zásahů

Zásahy byly prováděny na dvou trvalých plochách uspořádaných do latinského čtverce 4x4 plochy (celkem tedy 32 pokusných čtverců). Z těchto ploch byla hráběmi odstraněna stařina a vytrhány nálety dřevin, pro zvýšení homogenity porostu.

První z těchto ploch, založená roku 1995 měla rozměr 6x6m tj. 4x4 čtverce o straně 1,5m, druhá plocha založená roku 1996 měla rozměry 8x8m což jsou 4x4 čtverce se stranou 2m.

Na plochách byly prováděny zásahy přidávkem iontů NH₄⁺, NO₃⁻ a PO₄³⁻ ve formách NH₄Cl, NaNO₃ a NaH₂PO₄ a to každého zvlášť tj. bez kombinace. Čtvrtým typem zásahu byla kontrola. Sloučeniny obsahující ionty Cl a Na byly vybrány pro jejich nevýznamný účinek (v porovnání s účinky iontů, jejichž vliv byl zkoumán) [Kincl & Faustus, 1977].

Na obě plochy bylo přidáváno stejné množství živin (10g N, 5g P na m² za rok), ale na první ploše byly živiny přidávány jednou ročně (10g N, 5g P na m²) a na druhé čtyřikrát do roka (4x2.5g N, 4x1.25g P na m²). Na prvních plochách (hnojeno jednou ročně) byly živiny přidávány koncem dubna, na plochách druhých byla první dávka dodána ve stejnou dobu jako dávka na plochách prvních, druhá dávka byla aplikována v červnu, třetí dávka v srpnu a dávka čtvrtá v měsíci říjnu. Takto byly dávky hnojiv více méně rovnoměrně rozloženy během celého vegetačního období. První rok byly přídatky aplikovány formou vodního roztoku, v příštích letech byl způsob změněn na suchou aplikaci (kvůli vysoké vlhkosti lokality mohlo docházet k velkému splachu).

Sběr dat

Snímkování bylo prováděno v měsíci červnu po 3 resp. 2 roky (1. plocha, 2. plocha) dvěma způsoby. Jako tzv. standartní snímkování, při kterém byl procentuální pokryv jednotlivých druhů odhadován z plochy 1m² uprostřed pokusného čtverce (tj. 0,25 m resp. 0,5 m okraje pro potlačení tzv. edge efektu), a snímkování hierarchické, při kterém měla snímkováná plocha rozměr 50x50cm a byla rozdělena na síť 5x5 čtverečků (tj. 25 nezávisle snímkových ploch 10x10 cm v rámci jednoho čtverce).

Mimo snímkování byla ještě sledována biomasa porostu odebíraná v měsíci září (pro snížení vlivu kosení na pozdně dozrávající druhy) ve výšce přibližně 1-2 cm nad zemí rozdělená do rodů (DM - dry matter). Při analýze byla také použita celková biomasa (suma biomas přes všechny rody v daném čtverci - TDM - total dry matter).

Sběr dat byl ukončen na podzim roku 1997.

Použitá jména taxonů jsou dle Rothmaler [1994].

Analýza dat

Pokryvnostní data byla zpracovávána pomocí metody přímé gradientové analýzy RDA - Redundancy analysis [ter Braak, 1987] programem CANOCO ver.

3.12 [ter Braak, 1990, ter Braak & Šmilauer 1998]. Odhad statistické významnosti závislosti mezi proměnnými prostředí (typ zásahu - NH_4^+ , NO_3^- , PO_4^{3-}) a pokryvnostmi druhů byl proveden Monte-Carlo permutačním testem [ter Braak, 1990]. Typ permutací byl vybrán tak, aby odpovídal uspořádání pokusu. V hierarchickém snímkování nebyly vzhledem k jeho povaze permutovány jednotlivé malé plošky, ale celé čtverce (stejný zásah a poloha v matici latinského čtverce). Jako proměnná prostředí byla použita kategoriální informace o typu hnojiva aplikovaného na plochu, jako covariables informace o poloze snímku (řádek, sloupec latinského čtverce), také jako kategoriální proměnná.

Rozdíly mezi roky byly hodnoceny taktéž pomocí RDA. Nejprve jako opakované měření, kdy byl typ zásahu použit jako proměnná prostředí a čas jako covariables (rok 1,2,3 resp. 1,2). Poté byla provedena analýza, kde jako proměnná prostředí byla použita interakce jednotlivých zásahů s časem a jako covariables čas a identita jednotlivých ploch (1-16). Nakonec byla provedena analýza vlivu času na jednotlivé zásahy, kdy byla data hodnocena pro každý zásah zvláště a jako proměnná prostředí byl určen čas (rok 1,2,3 resp. 1,2).

Sušina biomasy (DM) rozebraná na rody byla hodnocena stejně jako pokryvnosti, se stejnými proměnnými prostředí i covariables, sumy DM pro jednotlivé čtverce (TDM získané sečtením všech DM ve čtverci) byly zpracovány jednoduchou analýzou variance [ter Braak & Looman, 1987] programem Systat [Wilkinson, 1990], kde byl testován vliv hnojení (hnojeno/nehnojeno), podle modelu:

$\ln \text{biomasy} = \text{vliv hnojení} + \text{vliv polohy čtverce} + \text{nevysvětlená variabilita}$

Dále byl testován vliv jednotlivých hnojiv na TDM, každého zvlášť, dvouvýběrovým t-testem v programu Statgraphics [Anonymous, 1993].

Grafické výstupy ordinačních diagramů byly pořízeny programem CANODRAW [Šmilauer, 1992] a do tiskové podoby upraveny programem CANOPOST [ter Braak & Šmilauer 1998].

Výsledky

Výsledky budou uvedeny po jednotlivých letech. V prvním roce jsou rozděleny pouze podle typu snímkování popř. biomasy a v dalších letech jsou v textu rozděleny ještě podle plochy – tzn. druhu režimu zásahu. Jako 1. plocha bude označována plocha, založená v prvním roce pokusu, hnojená jednorázově (1x za rok 10g N, 5g P na m²). Označením 2. plocha rozumíme plochu hnojenou rozloženě, čtyřikrát ročně (4x2.5g N, 4x1.25g P na m²), tato plocha byla založena až v druhém roce pokusu.

První rok – 1995 – první plocha:

V roce 1995 byly zásahy prováděny pouze na 1. ploše, tj. na čtvercích hnojených pouze 1x za rok plnými dávkami hnojiva. Prováděno bylo standartní snímkování a snímkování hierarchické. Byly provedeny také odběry biomasy, tato byla rozebrána na jednotlivé rody a statisticky zhodnocena.

Analýza standartního snímkování.

Analýza standartního snímkování poskytla následující výsledky. První osa ordinačního prostoru vysvětluje 17.9% druhové variability a druhá osa 4.3% (obr. 2). Monte-Carlo permutační test nebyl statisticky významný, dosažená hladina významnosti byla vyšší než 0,05 (P=0.07). Test tedy neprokázal vliv různých živin na druhové složení.

Analýza hierarchického snímkování.

Při analýze hierarchického snímkování první osa ordinačního prostoru vysvětlila 3.8% druhové variability, druhá osa pak 1.1% druhové variability (obr. 3). Výsledky Monte-Carlo permutačního testu ukázaly, že jednotlivé zásahy se signifikantně liší (P<0.01) v druhovém složení.

Analýza biomasy rozebrané na rody

Vliv přídavek živin u analýzy biomasy rozdělené do jednotlivých botanických rodů nebyl statisticky průkazný ($P=0.22$).

Analýza celkové biomasy.

Oproti tomu měl rozdílný přídavek živin statisticky průkazný vliv ($P=0.038$) na celkovou biomasu porostu, přičemž nejvíce biomasy bylo získáno z ploch, na které byly přidány ionty amonné a nejnižší biomasa byla na kontrolních plochách (viz obr. 1).

Druhý rok – 1996:

Tento rok běžel pokus již na obou plochách, tedy jak na plochách hnojených 1x za rok, tak i na plochách hnojených 4x ročně. Tím bylo umožněno porovnání dvou různých režimů hnojení.

Analýza hierarchického snímkování – první plocha.

Analýza hierarchického snímkování na prvních plochách (hnojeno 1x za rok) měla v roce 1996 následující výsledky. První osa ordinačního prostoru vysvětlila 4.7% druhové variability a osa druhá 1.3% (obr. 4). Druhové složení se mnohem průkazněji odlišovalo mezi jednotlivými zásahy než v roce předešlém (1995), jak bylo prokázáno pomocí Monte-Carlo permutačního testu ($P=0.004$).

Analýza hierarchického snímkování – druhá plocha.

Na plochách druhých (hnojeno 4x za rok) v roce 1996 poskytly statistické testy tyto informace. První osa ordinačního prostoru vysvětluje 5% druhové variability, druhá osa 1,9% (obr. 5). Bylo prokázáno pomocí Monte-Carlo permutačního testu, že vliv zásahů na druhy je velice silný ($P=0.002$), mnohem průkaznější, než na první ploše (ač na druhé ploše jde o první rok pokusu, kdežto na první ploše, pokus již běžel roky dva).

Porovnání ploch.

Vliv přídavek živin je mnohem silnější na druhých plochách, tj. na plochách kde k přídávům živin docházelo rozloženě během roku.

Může to být dáno režimem živin, které byly rovnoměrně rozloženy během celého vegetačního období a měly tak možnost ovlivnit všechny druhy. Splachy živin z ploch mohou mít menší vliv na druhých plochách, neboť byly aplikovány menší dávky, rostliny je stačily rychleji vstřebat. Splachy zde mohou hrát velkou roli, neboť je zde velmi vysoká hladina podzemní vody (< 5 cm).

Třetí rok – 1997:

V roce 1997 byly prováděny pokusy stejně jako v roce 1996. Nedošlo zde k žádné změně ani v zásazích ani v hodnocení zásahů. Hnojiva byla aplikována ve stejných dávkách a stejných časových obdobích, snímkování bylo provedeno také ve stejné době jako v roce předešlém.

Analýza hierarchického snímkování – první plocha.

Statistické zhodnocení dat získaných v roce 1997 hierarchickým snímkováním první plochy podalo následující výsledky. První osa ordinačního prostoru vysvětlovala 4.2%, druhá osa 0.9% druhové variability (obr. 6). Jak ukázal Monte-Carlo permutační test ($P=0.002$), rozdíly ve druhovém složení byly na těchto plochách průkaznější než v roce předcházejícím.

Analýza hierarchického snímkování – druhá plocha.

Na plochách druhých v roce 1997 první osa ordinačního prostoru vysvětluje 3,5% druhové variability, druhá osa 2,1% (obr. 7). Monte-Carlo permutačním testem bylo zjištěno, že vliv zásahu na druhy je velice silný ($P=0.001$), silnější než na prvních plochách a zároveň silnější, než předešlý rok na stejných plochách (podobně jako na prvních plochách).

Analýza opakovaných měření

Při analýze, ve které byly jako proměnné prostředí použity typy zásahů a časová osa jako covariables byl vliv hnojení průkazný popř. na hranici průkaznosti a to průkazný na plochách prvních ($P=0,035$) (obr. 8) a na hranici na plochách druhých ($P=0,08$).

Při analýze opakovaných měření, u které byly jako proměnné prostředí brány interakce jednotlivých zásahů s časem (a čas a poloha jako covariables), byl vliv neprůkazný na plochách prvních ($P=0,51$) a naopak průkazný na plochách druhých ($P=0,005$) (obr. 9). Rozdíl mezi plochami je zde výraznější, než v předchozí analýze.

Po rozdělení podle zásahů a hodnocení každého zásahu zvlášť s časem jako proměnnou prostředí vyšel vliv času na prvních plochách průkazně (Kontrola: $P=0,023$; NH_4^+ : $P=0,01$; NO_3^- : $P=0,013$; PO_4^{3-} : $0,04$) (obr. 10-13), což ukazuje na dynamiku celého porostu, včetně kontrolních ploch, v čase (odběr biomasy, rozdílné podmínky během roku). Na plochách druhých byl vliv času prokazatelný pouze u amonných iontů (NH_4^+ : $P=0,002$). U ostatních byl neprůkazný (Kontrola: $P=0,54$; NO_3^- : $P=0,202$; PO_4^{3-} : $0,08$) (obr. 14-17).

Druhové preference

Z ordinačních diagramů (obr. 2 – 7) získaných na základě statistických analýz lze vyčíst iontové preference jednotlivých druhů.

První rok – 1995

NH_4^+ : *Epilobium adenocaulon*, *Lathyrus pratensis*, *Nardus stricta*, *Prunella vulgaris*, *Ranunculus acris* a *Salix aurita*

NO_3^- : *Festuca sp.*, *Holcus lanatus*, *Molinia caerulea*, *Potentilla erecta*, *Carex panicea* a *Selinum carvifolia*

Ctrl: *Achillea ptarmica*, *Deschampsia caespitosa*, *Galium uliginosum*, *Juncus effusus* a *Senecio rivularis*

Žádné druhy nevykazovaly průkaznou závislost na PO_4^{3-} .

Druhý rok – 1996

První plocha

NH_4^+ : *Nardus stricta*, *Carex leporina*, *Carex sp.*, *Deschampsia caespitosa*, *Alopecurus pratensis*, *Salix aurita*, (*Lathyrus pratensis*, *Anthoxantum odoratum*, *Equisetum arvense*)

NO_3^- : *Potentilla erecta*, *Holcus lanatus*, *Selinum carvifolia*, *Carex panicea*

PO_4^{3-} : *Cirsium palustre*, *Sphagnum sp.*, *Carex pallescens* (*Ranunculus acris*, *Poa angustifolia*, *Galium uliginosum*, *Pleurosium sp.*, *Luzula campestris*, *Selinum carvifolia*, *Alchemilla sp.*, *Briza media*, *Prunella vulgaris*, *Populus tremula*)

Ctrl: *Myosotis palustris*, *Juncus effusus* (*Sanguisorba officinalis*, *Epilobium adenocaulon*, *Agrostis canina*, *Achillea ptarmica*, *Betonica officinalis*, *Senecio rivularis*, *Carex stellulata*, *Festuca rubra*)

Molinia caerulea leží v ordinačním prostoru mezi NH_4^+ a NO_3^- .

Druhá plocha

NH_4^+ : *Pleurosium sp.*

NO_3^- : *Chaerophyllum hirsutum, Holcus lanatus, Carex leporina, Juncus effusus,*
(*Carex pallescens, Carex stellulata, Lathyrus pratensis*)

PO_4^{3-} : *Prunella vulgaris, Sanguisorba officinalis, Epilobium adenocaulon,*
Festuca rubra, Equisetum arvense, Salix aurita (Selinum carvifolia,
Ranunculus acris, Galium uliginosum, Poa angustifolia, Cirsium palustre,
Myosotis palustris, Carex panicea)

Ctrl: *Sphagnum sp., Potentilla erecta, Glechoma hederacea, Achillea ptarmica,*
(*Lysimachia vulgaris*)

Nardus stricta a *Molinia caerulea* leží mezi NH_4^+ a Ctrl. Zdá se, že na druhých plochách má NH_4^+ a NO_3^- podobný vliv, neboť jsou v ordinačním prostoru velice blízko sebe.

Třetí rok – 1997

První plocha

NH_4^+ : *Carex pallescens, Briza media*

NO_3^- : *Potentilla erecta, Holcus lanatus, Carex panicea, Carex stellulata*

PO_4^{3-} : *Achillea ptarmica, Equisetum arvense, Ranunculus acris, Cirsium*
palustris, Sphagnum sp., Selinum carvifolia

Ctrl: *Nardus stricta, Carex leporina, Deschampsia caespitosa, Juncus effusus,*
Sanguisorba officinalis, Myosotis palustris

Molinia caerulea se v ordinačním prostoru opět nalézá mezi NH_4^+ a NO_3^- , ale přidává se k ní ještě *Festuca rubra*.

Druhá plocha

NH_4^+ : *Nardus stricta*, *Molinia caerulea*, *Carex panicea*

NO_3^- : *Juncus effusus*, *Carex pallescens*, *Carex stellulata*, *Festuca rubra*

PO_4^{3-} : *Lathyrus pratensis*, *Equisetum arvense*, *Senecio rivularis*, *Salix aurita*,
Lysimachia vulgaris, *Sanguisorba officinalis*, *Myosotis palustris*, *Galium uliginosum*

Ctrl: *Prunella vulgaris*, *Sphagnum sp.*, *Cirsium palustris*, *Ranunculus acris*

Epilobium adenocaulon se nachází mezi PO_4^{3-} a Ctrl.

Rozdíly ve druhových preferencích mezi roky a plochami

Druh:	Rok:	1. plocha	2. plocha
<i>Carex pallescens:</i>	1996	PO	NO
	1997	NH	NO
<i>Carex panicea:</i>	1996	NO	PO
	1997	NO-NH	NO-NH
<i>Carex stellulata:</i>	1996	Ctrl	NO
	1997	NO	NO
<i>Epilobium adenocaulon:</i>	1996	Ctrl	PO
	1997	Ctrl-PO	Ctrl-PO
<i>Equisetum arvense:</i>	1996	NH	PO
	1997	PO	PO
<i>Festuca rubra:</i>	1996	Ctrl	PO
	1997	NO-NH	NO
<i>Juncus effusus:</i>	1996	Ctrl	NO
	1997	Ctrl	NO
<i>Lathyrus pratensis:</i>	1996	NH	NO
	1997	Ctrl-PO	PO
<i>Molinia caerulea</i>	1996	NO-NH	NH-Ctrl
	1997	NO-NH	NH
<i>Myosotis palustris:</i>	1996	Ctrl	PO
	1997	Ctrl	PO
<i>Nardus stricta:</i>	1996	NH	NH-Ctrl
	1997	Ctrl	NH
<i>Potentilla erecta:</i>	1996	NO	Ctrl
	1997	Ctrl	Ctrl
<i>Salix aurita:</i>	1996	NH	PO
	1997	NO-PO	PO
<i>Sanguisorba officinalis:</i>	1996	Ctrl	PO
	1997	Ctrl	PO
<i>Selinum carvifolia:</i>	1996	NO	PO
	1997	PO-NO	PO
<i>Sphagnum sp.:</i>	1996	PO	Ctrl
	1997	PO	Ctrl

Diskuse

Mnoho studií se zabývá vlivem množství živin na produktivitu a druhové složení a diverzitu travinných společenstev. Většina autorů se shoduje v názoru, že přídavek živin způsobuje zvýšení produktivity společenstva a působí změny v jeho druhovém složení. Většina autorů se také shoduje v názoru, že přídavek živin způsobuje snížení počtu druhů na lokalitě. V čem se již různí autoři neshodují je důvod, proč na živinami chudších stanovištích je druhová diverzita vyšší, a proč na bohatších, kde by mělo být živin pro všechny druhy dostatek je sice produktivita společenstva vyšší, ale diverzita bývá nízká.

Podle Grime (1979) je v živinami chudých prostředích kompetice mezi rostlinami velice malá a tedy je to prostředí vhodné pro koexistenci druhů adaptovaných na malé množství živin. Na druhé straně Tilman (1988) říká, že kompetice je silná i v živinami chudých prostředích, ale že v živinami bohatých a tedy produktivnějších společenstvech hraje daleko důležitější roli kompetice o světlo, zatímco v živinami chudých společenstvech je tím důležitým faktorem kompetice o živiny. Rostliny musí v takových společenstvech diferencovat svoje požadavky na živiny, což by mohlo být důvodem stability a druhové bohatosti společenstva. Dále naznačuje, že zvýšená druhová bohatost může být dána různým využíváním podzemního prostoru, což je opět dáno diferenciací ve využívání živin. Dalším důvodem může být mimo prostorové také časová diferenciacie ve využívání živin různými druhy [Verresoglou & Fitter 1984].

Tilmanovu teorii o nadzemní kompetici o světlo potvrzuje dalších několik autorů, kteří uvádějí jako možnou příčinu poklesu diverzity po přídavku živin do systému právě vysokou úmrtnost druhů nacházejících díky prudkému nárůstu dominantních druhů se ve spodních vrstvách bylinného pokryvu [Goldberg & Miller 1990, Newman 1973]. Toto zastínění pak působí nejen v roce, kdy došlo ke zvýšení množství živin, ale, pokud na stanovišti nedochází k odstraňování biomasy např. kosením, působí i v následujících letech (nerozložená stařina).

Zajímavější z hlediska ovlivňování druhového složení je závislost druhů na různých živinách. Zajímavé je především porovnání výsledků různých autorů pořízených na různých lokalitách, v různých podmínkách.

V této práci byla jako dominantní druh uváděna *Molinia caerulea*. *Molinia caerulea* podle této práce inklinuje k plochám s přidavkem N, ať již ve formě NO_3^+ nebo ve formě NH_4^- , zatímco v plochách s přidavkem P se *Molinia* vyskytuje v menším množství. Tyto výsledky jsou ve shodě s výsledky, které prezentoval Thorton (1991).

Dalším druhem inklinujícím k vyššímu obsahu N byl *Holcus lanatus* (konkrétně k NO_3^+). Tuto tendenci *Holcus lanatus* vykazoval i v jiné studii [Frame 1991][Kirkham & Wilkins 1994a,b] zatímco ve stejné studii [Kirkham & Wilkins 1994a,b] všechny druhy *Carex* i *Juncus* na přidavek N reagovaly záporně. V této práci však zdaleka ne všechny druhy rodu *Carex* na přidavek N reagují negativně (např. *C. leporina* a *C. stellulata* přímo inklinují k N).

Bowler & Press (1996) ve své práci také používali amonné a dusičnanové ionty zvlášť (ne v kombinaci) pro výzkum u druhů *Agrostis capilaris* a *Nardus stricta*. U obou těchto druhů zvýšený obsah N stimuloval vyšší výnosy. U *A. capilaris* neměla forma dodaného N vliv, avšak u *N. stricta* se vyšší výnosy projeví zvláště u rostlin s přidavkem NO_3^- . *Agrostis capilaris* jsem ve své práci nemohl hodnotit, namísto toho jsem mohl zhodnotit *A. canina*. Tento vykazoval tendence spíše ke kontrole a PO_4^{3-} , ale vůbec ne k N. Frame (1991) hodnotí *A. capilaris* také jako druh s nízkými výnosy při zvýšeném N. Oproti tomu *Nardus stricta* se v mé práci vyskytuje s téměř stejnými preferencemi. Vykazuje tedy také kladné působení přidavku N, ale ne ve formě dusičnanových iontů, ale ve formě iontů amonných (stejně jako *Molinia caerulea*). Frame (1991) uvádí shodně ještě druh *Festuca rubra* jako druh kladně ovlivňovaný přidavkem N.

Z mé práce vyplývá, že narozdíl od ostatních ploch na plochách s přidavkem amonných iontů převládá *Molinia caerulea*, které se může rovnat ještě *Nardus stricta* a *Holcus lanatus* a v malé míře jsou zde také zastoupeny některé

druhy rodu *Carex*. Většina ostatních druhů je zde velice potlačena. To by mohlo být způsobeno právě výše popsanou kompeticí o světlo a prostor, když přídatkem živin byl podpořen růst vysoké trávy *M. caerulea*, širokolisté *H. lanatus* a trsovitě *N. stricta*. A shodně s prací Hogg et al. (1995), na těchto plochách, kde má *M. caerulea* tak vysoký výskyt se téměř nevyskytují jinde zastoupené druhy *Sphagnum sp.*, které preferují spíše plochy bez přídatku N.

Důležitým výsledkem této práce je zjištění, že druhové složení se prokazatelně liší podle druhu přidaných iontů a to nejen v rovině dusík versus fosfor, ale také v rovině jednotlivých iontů dusíku (dusičnanový versus amonný). Neméně důležitým výsledkem je klasifikace jednotlivých druhů podle preferencí k jednotlivým přídatkům živin. Tyto klasifikace však nutno vztahovat pouze na lokalitu Ohrazení, případně na lokality podobné (vlhké až mokré louky s podstatným zastoupením *Molinia caerulea*).

Důležitým zjištěním je také prokazatelný vliv použitého režimu přídatků živin, který může u takovýchto lokalit hrát velkou roli právě díky vysoké vlhkosti, z čehož vyplývá možnost velkých splachů zvláště NO_3 iontů.

Poděkování

Děkuji svému školiteli Doc. Dr. Janu Lepšovi Csc. za připomínky, cenné rady při vedení pokusu a statistickém zpracování dat a za poskytnutí studijní literatury. Především jsem mu vděčný za trpělivost, kterou prokázal během mého působení. Děkuji také všem ostatním za projevenou podporu a poskytnutou pomoc.

Literatura

- ANONYMUS. 1993. Statgraphics - User manual, examples manual. mangustics. Inc, Rockville, Maryland, USA.
- BERENDSE F., OOMES M.J.M., ALTENA H.J., ELBERSE W.T. 1992. Experiments on the restoration of species-rich meadows in the Netherlands, *Biological Conservation*. 62: 59-65
- BOWLER J.M., PRESS M.C. 1996. Effects of elevated CO₂, nitrogen form and concentration on growth and photosynthesis of a fast-growing and slow-growing grass. *New Phytologist*. 132: 391-401
- BURROUGH P.A. 1987. Spatial aspects of ecological data. In: Jongman, R.H., ter Braak, C.J.F. and van Tongeren, O.F.R., *Data analysis in community and landscape ecology*, pp. 213-248. Centre for agricultural publishing and documentation (Pudoc), Wageningen.
- DUMORTIER M., VERLINDEN A., BEECKMAN H., VANDERMIJNSBRUGGE K. 1996. Effects of harvesting dates and frequencies on above and belowground dynamics in belgian wet grasslands. *Ecoscience*. 3:190-198
- DYKYJOVÁ D. ET AL. 1989. *Metody studia ekosystémů*. Academia Praha.
- ELISSEOU G.C., VERESOGLOU D.S., MAMOLOS A.P. 1995. Vegetation productivity and diversity of acid grasslands in northern Greece as influenced by winter rainfall and limiting nutrients. *Acta Oecologica-International Journal of Ecology*. 16: 687-702
- ELLENBERG H. 1978. *Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen*. Stuttgart.
- FRAME J. 1991. Herbage production and quality of a range of secondary grass species at 5 rates of fertilizer nitrogen application. *Grass and Forage Science*. 46: 139-151

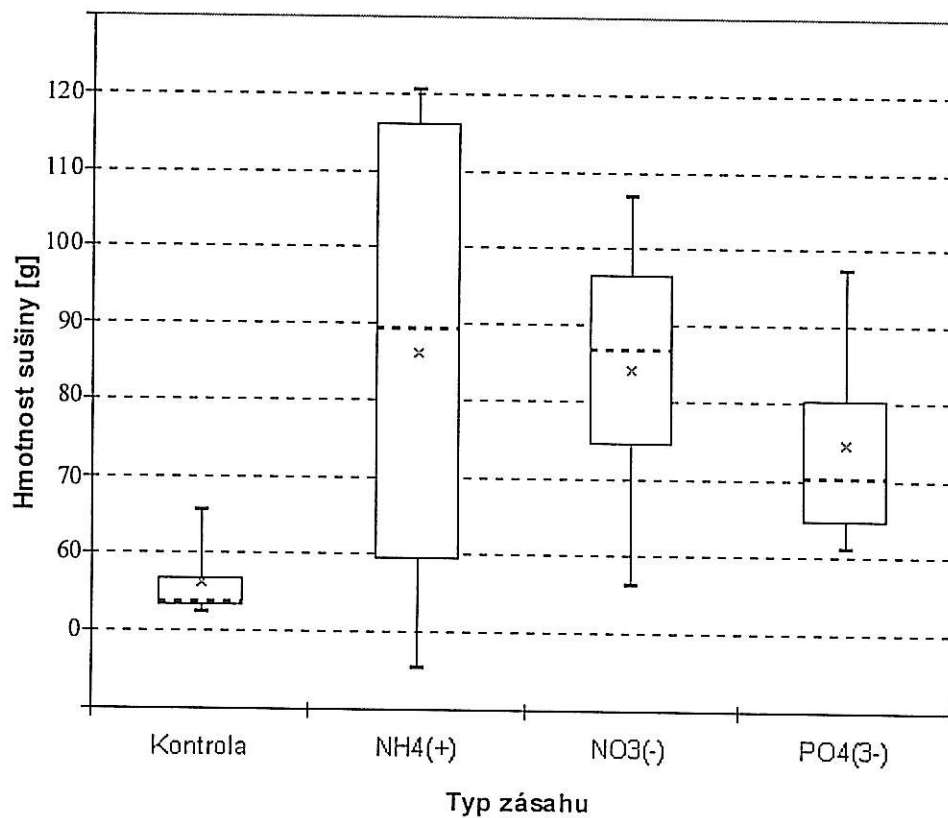
- GOLDBERG G.E., MILLER T.E. 1990. Effects of different resource additions on species diversity in an annual plant community. *Ecology*. 71: 213-225
- GRIME J.P. 1979. *Plant strategies and vegetation processes*. John Wiley & sons.
- HAVRÁNEK, T. 1993. *Statistika pro biologické a lékařské vědy*. Academia, Praha.
- HOGG P., SQUIRES P., FITTER A.H. 1995. Acidification, nitrogen deposition and rapid vegetational change in a small valley mire in Yorkshire. *Biological Conservation*. 71: 143-153
- KINCL M., FAUSTUS L. 1977. *Základy fyziologie rostlin*. Státní pedagogické nakladatelství, Praha.
- KIRKHAM F.W., TALLOWIN J.R.B. 1995. The influence of cutting date and previous fertilizer treatment on the productivity and botanical composition of species-rich hay meadows on the somerset levels. *Grass and Forage Science*. 50: 365-377
- KIRKHAM F.W., WILKINS R.J. 1994a. The productivity and response to inorganic fertilizers of species rich wetland hay meadows on the Sommerset Moors: nitrogen response under hay cutting and aftermath grazing. *Grass and Forage Science*. 49: 152-162.
- KIRKHAM F.W., WILKINS R.J. 1994b. The productivity and response to inorganic fertilizers of species rich wetland hay meadows on the Sommerset Moors: the effect of nitrogen, phosphorus and potassium on herbage production. *Grass and Forage Science*. 49: 163-175.
- MAMOLOS A.P., VERESOGLOU D.S., BARBAYIANNIS N. 1995. Plant species abundance and tissue concentrations of limiting nutrients in low-nutrient grasslands: a test of competition theory. *Journal of Ecology*. 83: 485-495
- MEAD R. 1988. *The design of experiments - statistical principles for practical application*. Cambridge University Press.

- NEWMAN E.I. 1973. Competition and diversity in herbaceous vegetation. *Nature*. 244: 310
- PYŠEK P., LEPŠ J. 1991. Responce of weed community to nitrogen fertilization: a multivariate analysis. *Journal of Vegetation Science*. 2: 237-244.
- RABOTNOV T.A. 1973. Vlijanie mineralnych udobrenij na lugovyje rastenija i lugovyje fitocenozi. Nauka, Moskva.
- RABOTNOV T.A. 1974. *Lugovedenije*. Nauka, Moskva.
- ROTHMALER W. 1994. *Excursionsflora von Deutschland. Gefäßpflanzen: Kritischer Band*. Gustav Fischer Verlag, Jena, Stuttgart.
- RYCHNOVSKÁ M., BALÁTOVÁ-TULÁČKOVÁ E., ÚLEHLOVÁ B., PELIKÁN J. 1985. *Ekologie lučních porostů*. Academia, Praha.
- ŠMILAUER P. 1992. *CANODRAW users guide v. 3.0*. Microcomputer Power, Ithaca, NY.
- TALLOVIN J.R.B., KIRKHAM F.W., WILKINS R.J., SMITH R.E.N., THOMAS G.H., MOUNTFORD J.O., LAKHANI K.H. 1993. The effect of inorganic fertilizers in flower rich hay meadows on the Sommerset Levels. Executive summary. Institute of Grassland and Environmental Research (IGER), Okehampton.
- TER BRAAK C.J.F., LOOMAN C.W.N. 1987. Regression. In: Jongman, R.H., ter Braak, C.J.F. and van Tongeren, O.F.R. 1987. *Data analysis in community and landscape ecology*, pp. 29-72. Centre fo agricultural publishing and documentation (Pudoc), Wageningen.
- TER BRAAK C.J.F., 1987. Ordination. In: Jongman, R.H., ter Braak, C.J.F. and van Tongeren, O.F.R., 1987. *Data analysis in community and landscape ecology*, pp. 91-169. Centre for agricultural publishing and documentation (Pudoc), Wageningen.
- TER BRAAK C.J.F., 1990. CANOCO - a FORTRAN program for CANOnical Community Ordination by [partial] [detrended] [canonical] correspondence

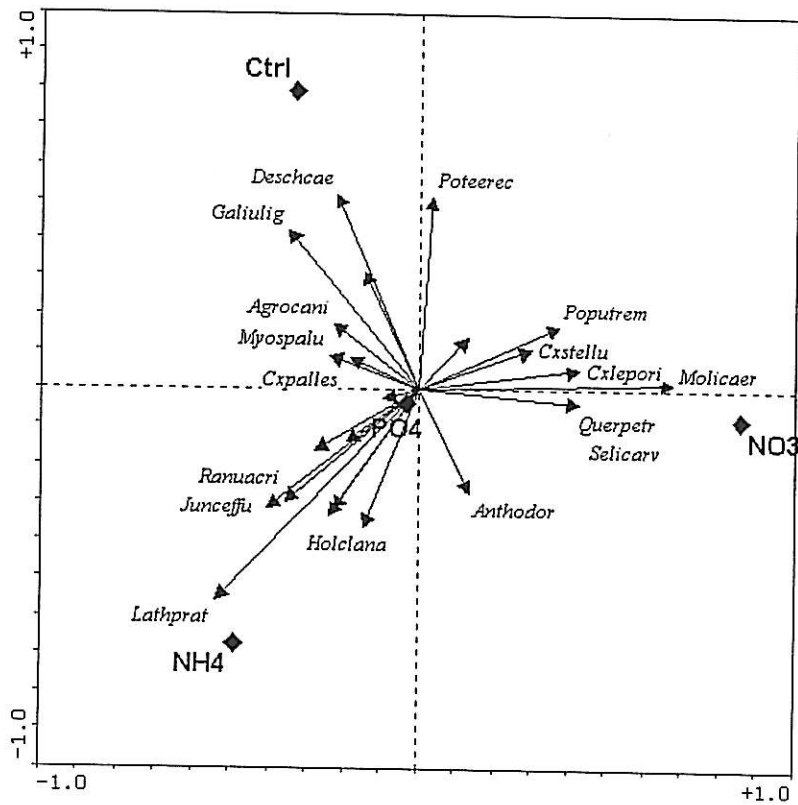
- analysis, principal components analysis and redundancy analysis, version 3.10. Microcomputer Power, Ithaca, NY.
- TER BRAAK C.J.F., ŠMILAUER P. 1998. CANOCO Release 4. Reference manual and user's guide to Canoco for Windows: Software for Canonical Community Ordination. Microcomputer Power, Ithaca, NY.
- THORTON B. 1991. Effect of nutrition on the short-term response of *Molinia caerulea* to defoliation. *Annals of Botany*. 68: 569-576
- TILMAN D. 1988. Plant strategies and the dynamics and structure of plant communities. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, USA
- TILMAN D. 1993. Species richness of experimental productivity gradients: how important is colonization limitation. *Ecology* 74: 2179-2191.
- VERESOGLOU D.S., FITTER A.H. 1984. Spatial and temporal patterns of growth and nutrient uptake of five co-existing grasses. *Journal of Ecology*. 72: 259-272
- WILKINSON L. 1990. SYSTAT: The system for statistics. SYSTAT, Inc., Evanston.

Přílohy

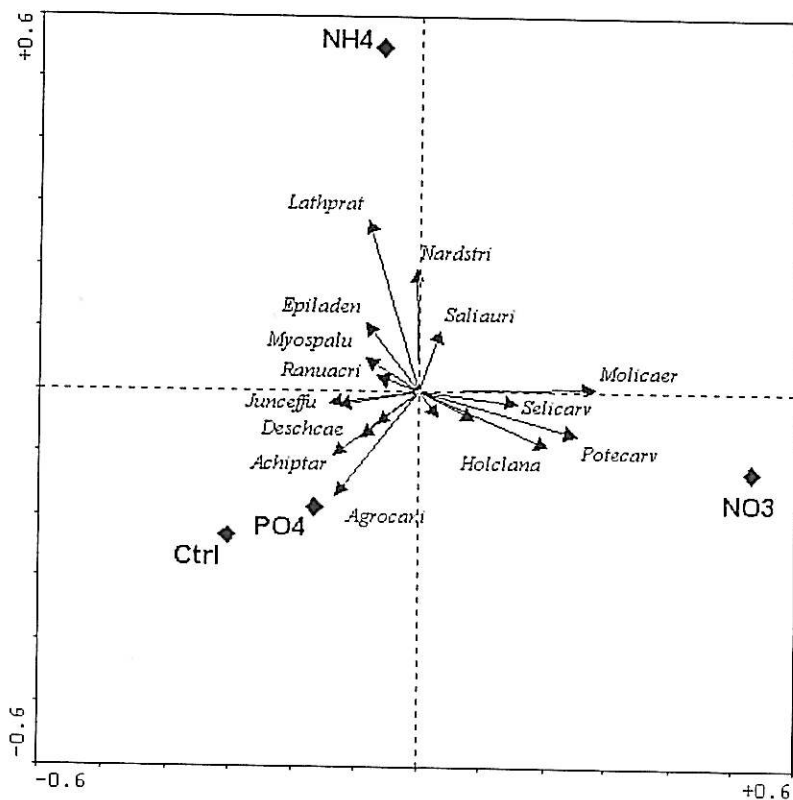
OBR. 1:	ROZLOŽENÍ CELKOVÝCH SUCHÝCH HMOTNOSTÍ PŘI RŮZNÉM TYPU ZÁSAHU, PRVNÍ PLOCHY – 1995.....	2
OBR. 2:	ORDINAČNÍ DIAGRAM ANALÝZY RDA STANDARTNÍHO SNÍMKOVÁNÍ PROVEDENÉHO V ROCE 1995 NA PRVNÍ PLOŠE	3
OBR. 3:	ORDINAČNÍ DIAGRAM ANALÝZY RDA HIERARCHICKÉHO SNÍMKOVÁNÍ PROVEDENÉHO V ROCE 1995 NA PRVNÍ PLOŠE	3
OBR. 4:	ORDINAČNÍ DIAGRAM ANALÝZY RDA HIERARCHICKÉHO SNÍMKOVÁNÍ PROVEDENÉHO V ROCE 1996 NA PRVNÍ PLOŠE	4
OBR. 5:	ORDINAČNÍ DIAGRAM ANALÝZY RDA HIERARCHICKÉHO SNÍMKOVÁNÍ PROVEDENÉHO V ROCE 1996 NA DRUHÉ PLOŠE	4
OBR. 6:	ORDINAČNÍ DIAGRAM ANALÝZY RDA HIERARCHICKÉHO SNÍMKOVÁNÍ PROVEDENÉHO V ROCE 1997 NA PRVNÍ PLOŠE	5
OBR. 7:	ORDINAČNÍ DIAGRAM ANALÝZY RDA HIERARCHICKÉHO SNÍMKOVÁNÍ PROVEDENÉHO V ROCE 1997 NA DRUHÉ PLOŠE	5
OBR. 8:	ORDINAČNÍ DIAGRAM ANALÝZY RDA OPAKOVANÝCH MĚŘENÍ NA PRVNÍCH PLOCHÁCH, VLIV HNOJENÍ BĚHEM ČASU.....	6
OBR. 9:	ORDINAČNÍ DIAGRAM ANALÝZY RDA OPAKOVANÝCH MĚŘENÍ NA DRUHÝCH PLOCHÁCH, VLIV INTERAKCE ČASU A ZÁSAHŮ	6
OBR. 10:	ORDINAČNÍ DIAGRAM ANALÝZY RDA OPAKOVANÝCH MĚŘENÍ NA PRVNÍCH PLOCHÁCH. VLIV ČASU NA KONTROLU.....	7
OBR. 11:	ORDINAČNÍ DIAGRAM ANALÝZY RDA OPAKOVANÝCH MĚŘENÍ NA PRVNÍCH PLOCHÁCH. VLIV ČASU NA ZÁSAH NH_4^+	7
OBR. 12:	ORDINAČNÍ DIAGRAM ANALÝZY RDA OPAKOVANÝCH MĚŘENÍ NA PRVNÍCH PLOCHÁCH. VLIV ČASU NA ZÁSAH NO_3^-	8
OBR. 13:	ORDINAČNÍ DIAGRAM ANALÝZY RDA OPAKOVANÝCH MĚŘENÍ NA PRVNÍCH PLOCHÁCH. VLIV ČASU NA ZÁSAH PO_4^{3-}	8
OBR. 14:	ORDINAČNÍ DIAGRAM ANALÝZY RDA OPAKOVANÝCH MĚŘENÍ NA DRUHÝCH PLOCHÁCH. VLIV ČASU NA KONTROLU ($P=0,54$).....	9
OBR. 15:	ORDINAČNÍ DIAGRAM ANALÝZY RDA OPAKOVANÝCH MĚŘENÍ NA DRUHÝCH PLOCHÁCH. VLIV ČASU NA ZÁSAH NH_4^+	9
OBR. 16:	ORDINAČNÍ DIAGRAM ANALÝZY RDA OPAKOVANÝCH MĚŘENÍ NA DRUHÝCH PLOCHÁCH. VLIV ČASU NA ZÁSAH NO_3^-	10
OBR. 17:	ORDINAČNÍ DIAGRAM ANALÝZY RDA OPAKOVANÝCH MĚŘENÍ NA DRUHÝCH PLOCHÁCH. VLIV ČASU NA ZÁSAH PO_4^{3-}	10



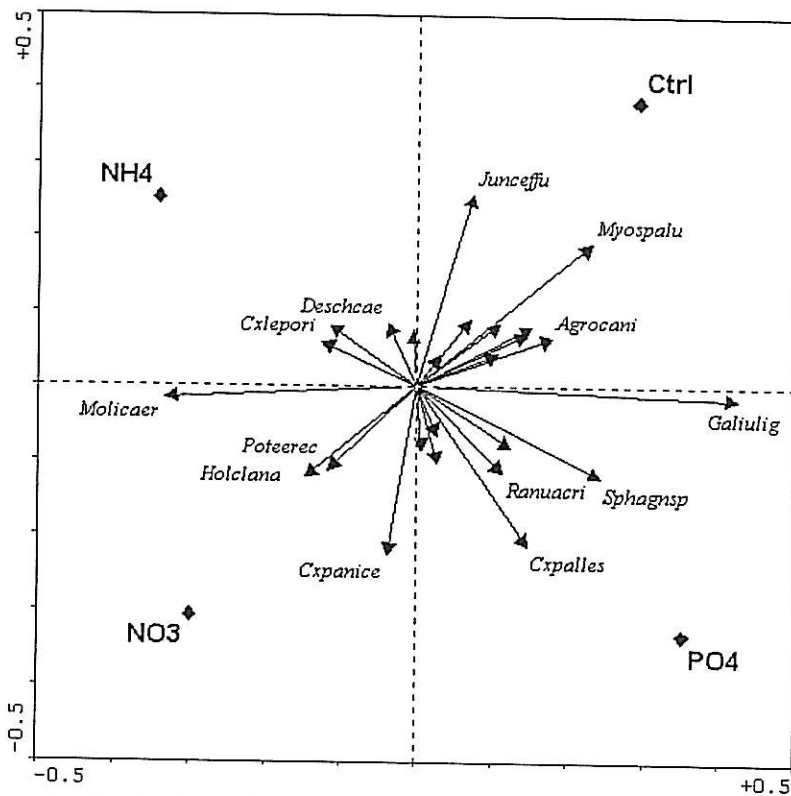
Obr. 1: Rozložení celkových suchých hmotností při různém typu zásahu (první plochy – 1995); Multiple Box and Whisker plot - úsečky značí rozsah hodnot, obdélník je mezikvartilové rozpětí, čárkovaná čára napříč tímto obdélníkem značí medián, křížkem značen průměr



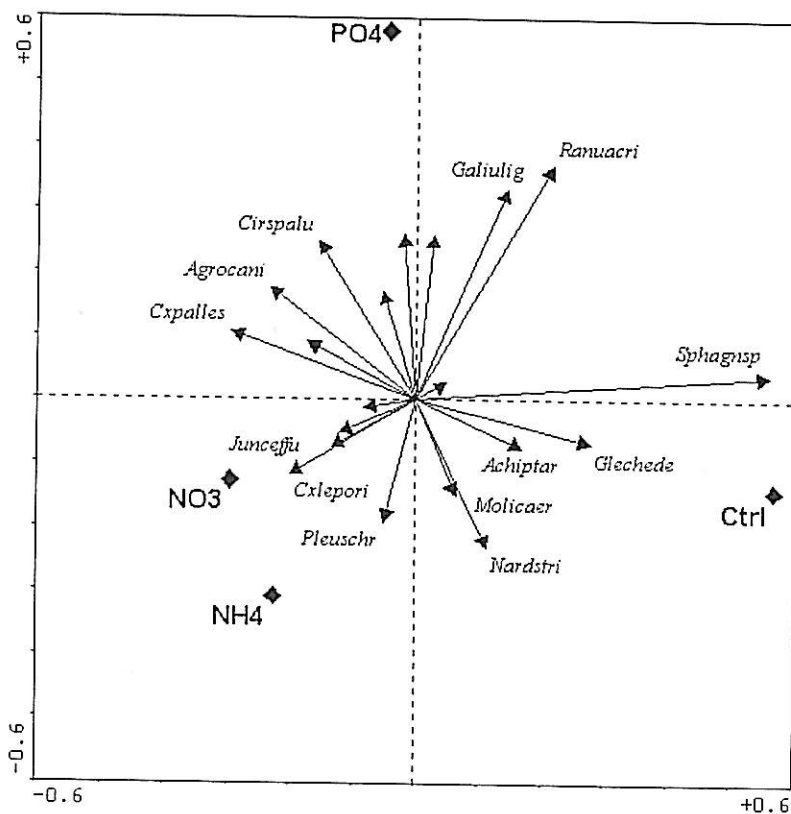
Obr. 2: Ordinační diagram analýzy RDA standartního snímkování provedeného v roce 1995 na tzv. první ploše (hnojeno jednorázově). Zobrazuje závislost druhů na typu zásahu. ($P=0,07$) (Ctrl=kontrola)



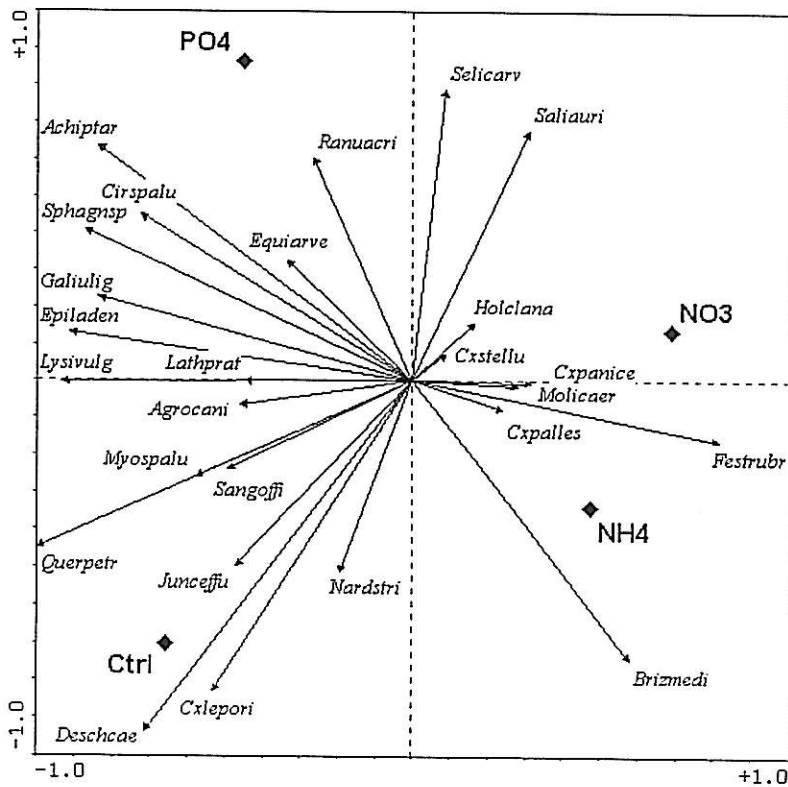
Obr. 3: Ordinační diagram analýzy RDA hierarchického snímkování provedeného v roce 1995 na první ploše (hnojeno jednorázově). Zobrazuje závislost druhů na typu zásahu. ($P<0,01$) (Ctrl=kontrola)



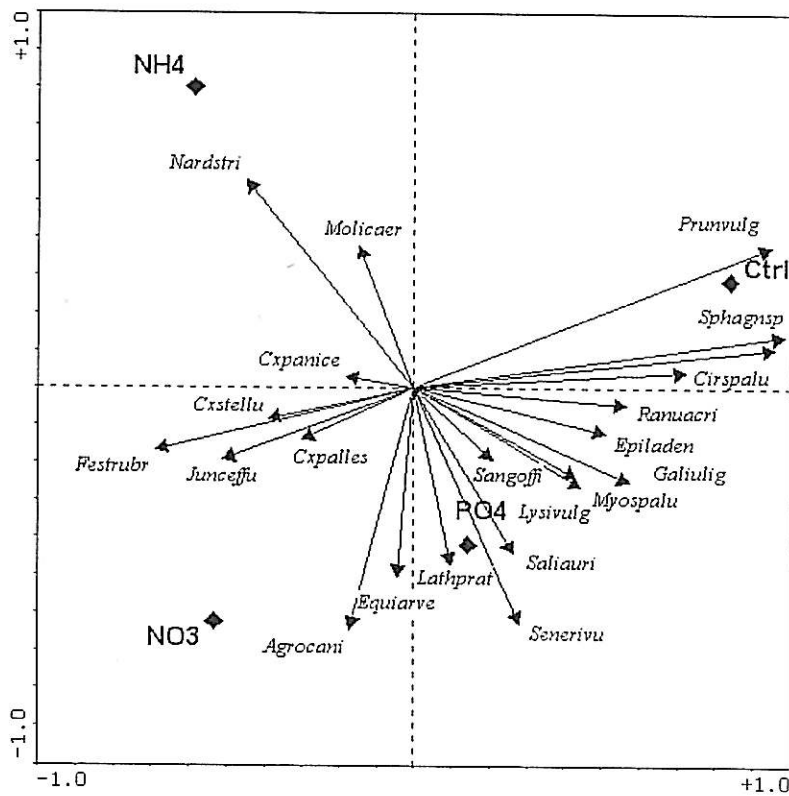
Obr. 4: Ordinační diagram analýzy RDA hierarchického snímkování provedeného v roce 1996 na první ploše (hnojeno jednorázově). Zobrazuje závislost druhů na typu zásahu. (P=0,004) (Ctrl=kontrola)



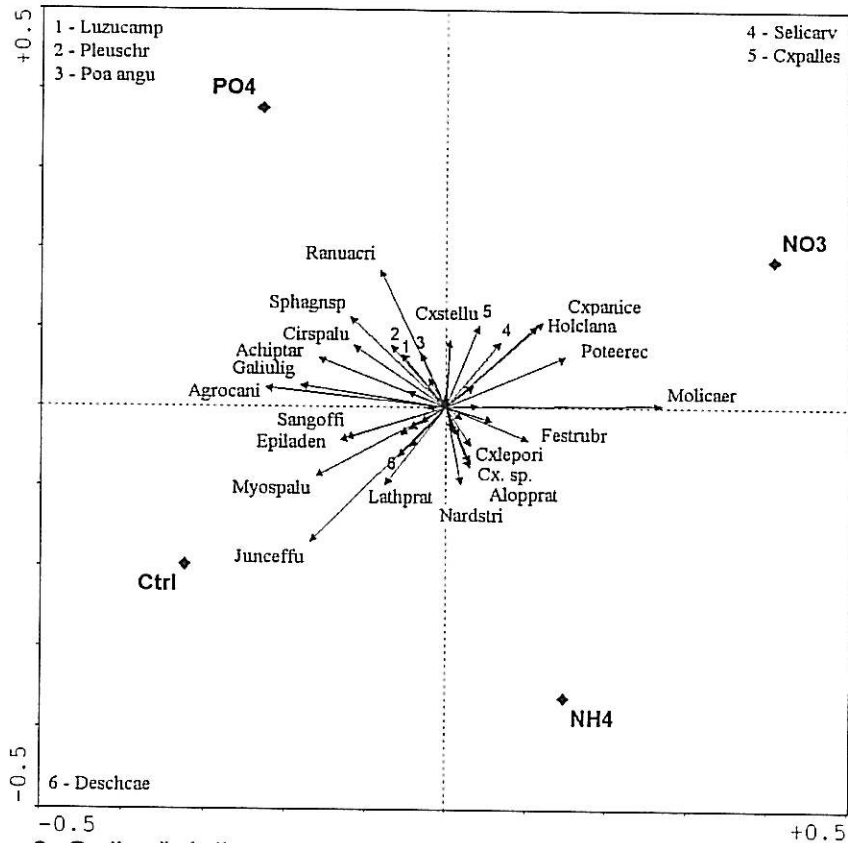
Obr. 5: Ordinační diagram analýzy RDA hierarchického snímkování provedeného v roce 1996 na druhé ploše (hnojeno 4x do ročně). Zobrazuje závislost druhů na typu zásahu. (P=0,002) (Ctrl=kontrola)



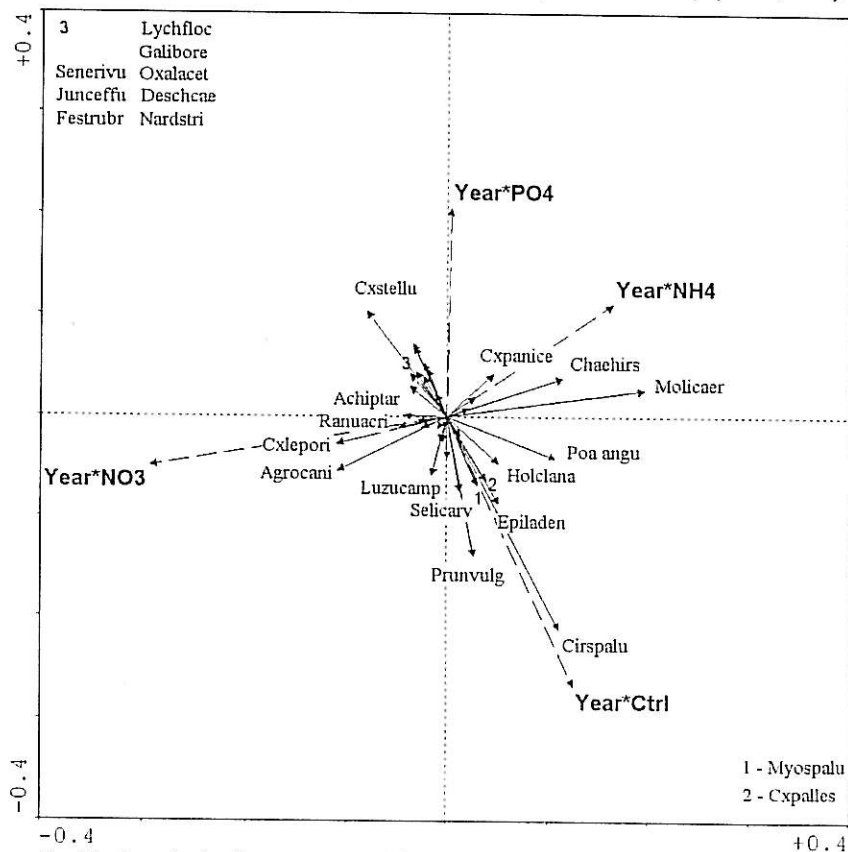
Obr. 6: Ordinační diagram analýzy RDA hierarchického snímkování provedeného v roce 1997 na první ploše (hnojeno jednorázově). Zobrazuje závislost druhů na typu zásahu. (P=0,002) (Ctrl=kontrola)



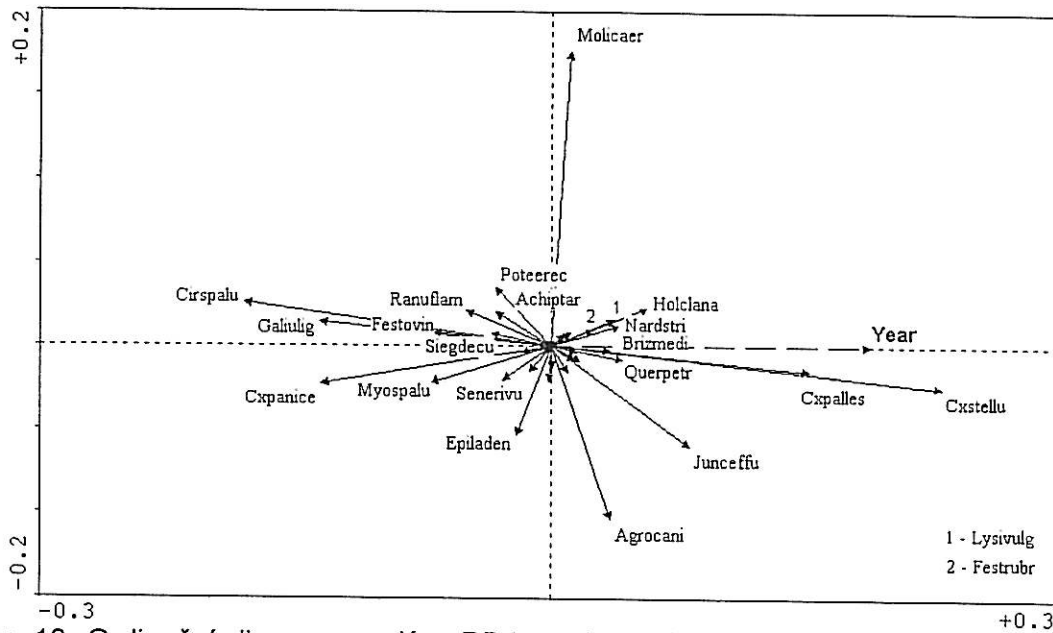
Obr. 7: Ordinační diagram analýzy RDA hierarchického snímkování provedeného v roce 1997 na druhé ploše (hnojeno 4x ročně). Zobrazuje závislost druhů na typu zásahu. (P=0,001) (Ctrl=kontrola)



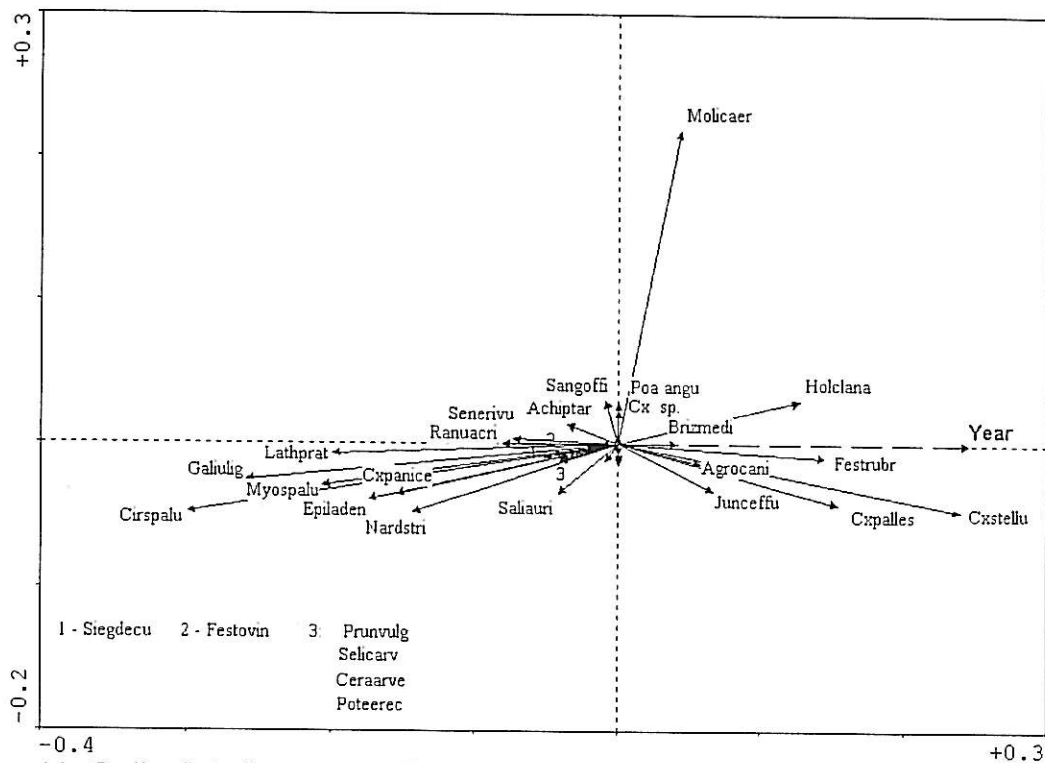
Obr. 8: Ordinační diagram analýzy RDA opakovaných měření na prvních plochách, vliv hnojení (proměnná prostředí) během času (covariables) ($P=0,035$) (Ctrl=kontrola)



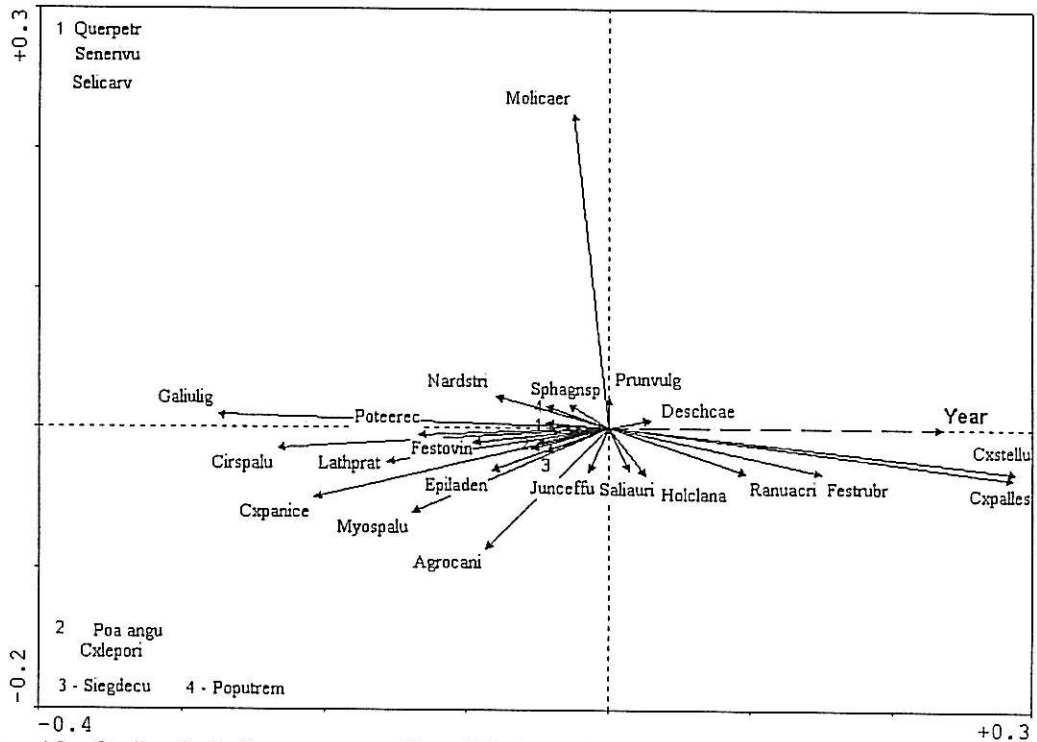
Obr. 9: Ordinační diagram analýzy RDA opakovaných měření na druhých plochách, vliv interakce času a zásahů (proměnná prostředí) (čas a poloha jako covariables) ($P=0,005$) (Ctrl=kontrola, rozložení názvů u č.3 odpovídá jejich rozložení v ord. prostoru)



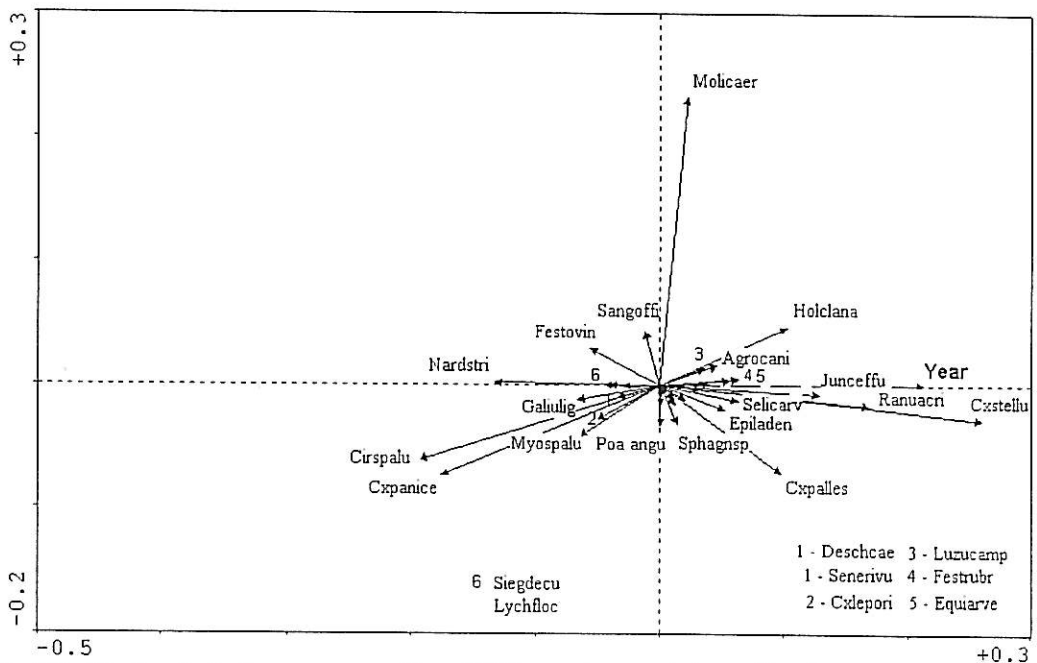
Obr. 10: Ordinační diagram analýzy RDA opakovaných měření na prvních plochách. Vliv času na kontrolu ($P=0,023$).



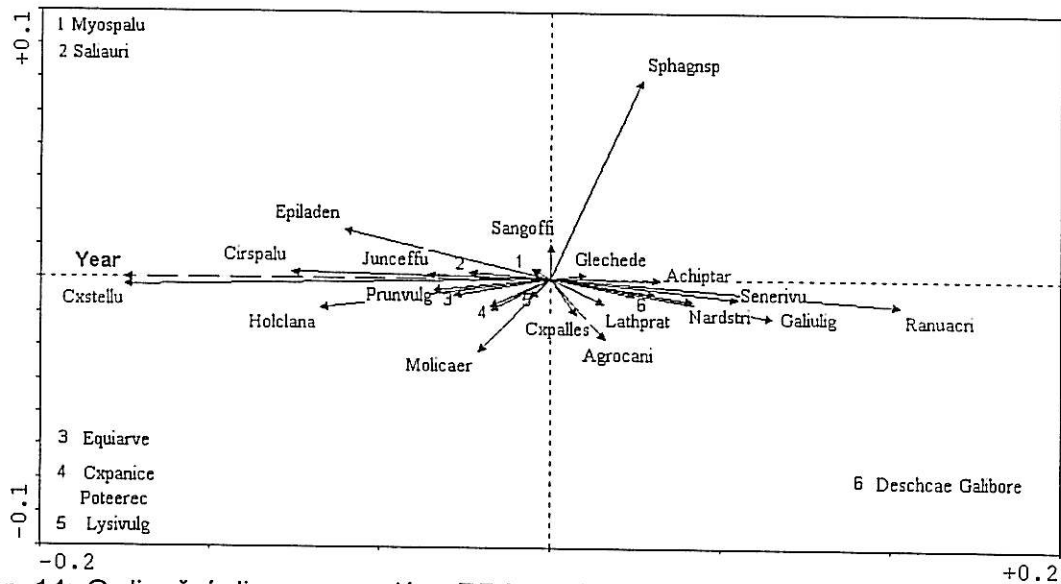
Obr. 11: Ordinační diagram analýzy RDA opakovaných měření na prvních plochách. Vliv času na zásah NH_4^+ ($P=0,001$).



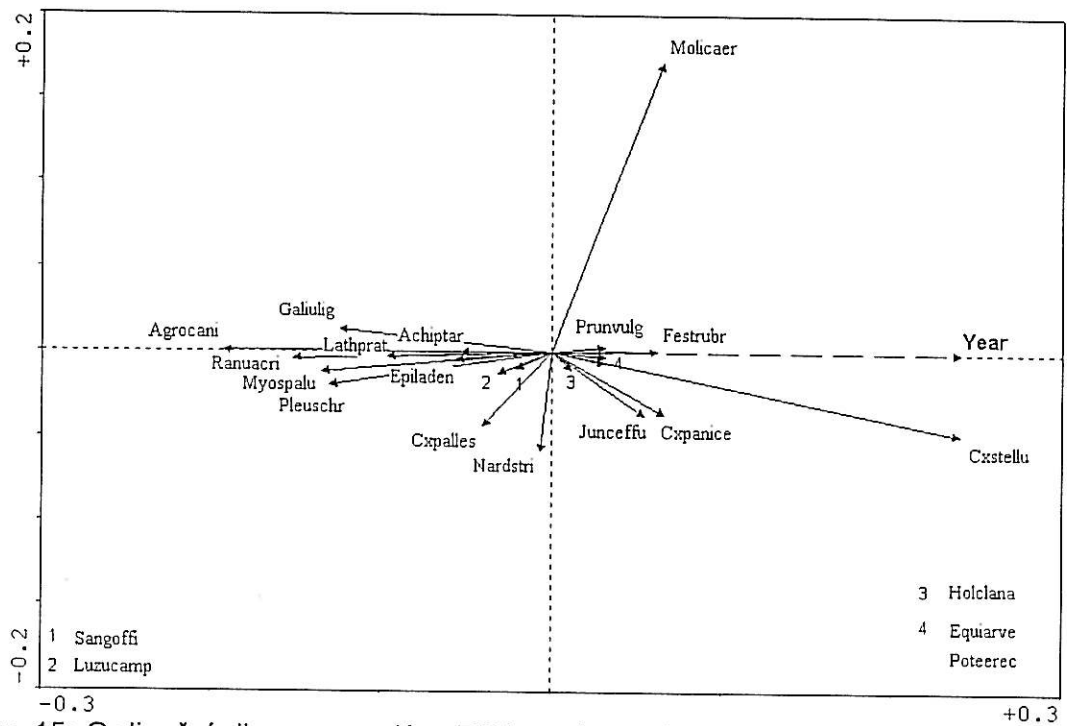
Obr. 12: Ordinační diagram analýzy RDA opakovaných měření na prvních plochách. Vliv času na zásah NO_3^- ($P=0,013$).



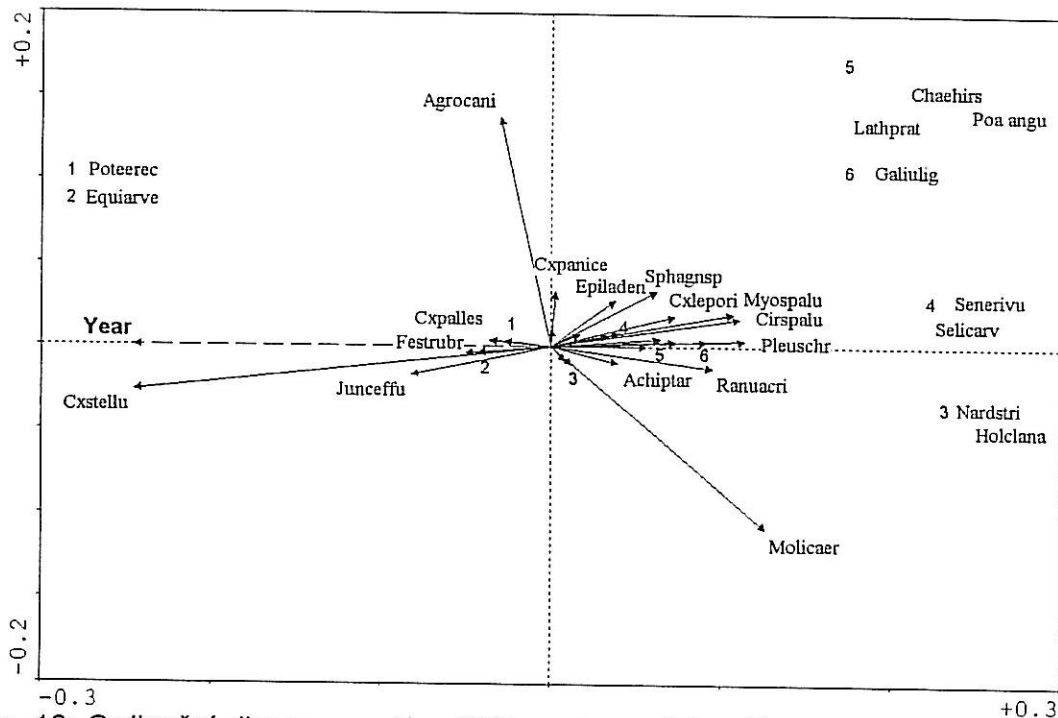
Obr. 13: Ordinační diagram analýzy RDA opakovaných měření na prvních plochách. Vliv času na zásah PO_4^{3-} ($P=0,04$).



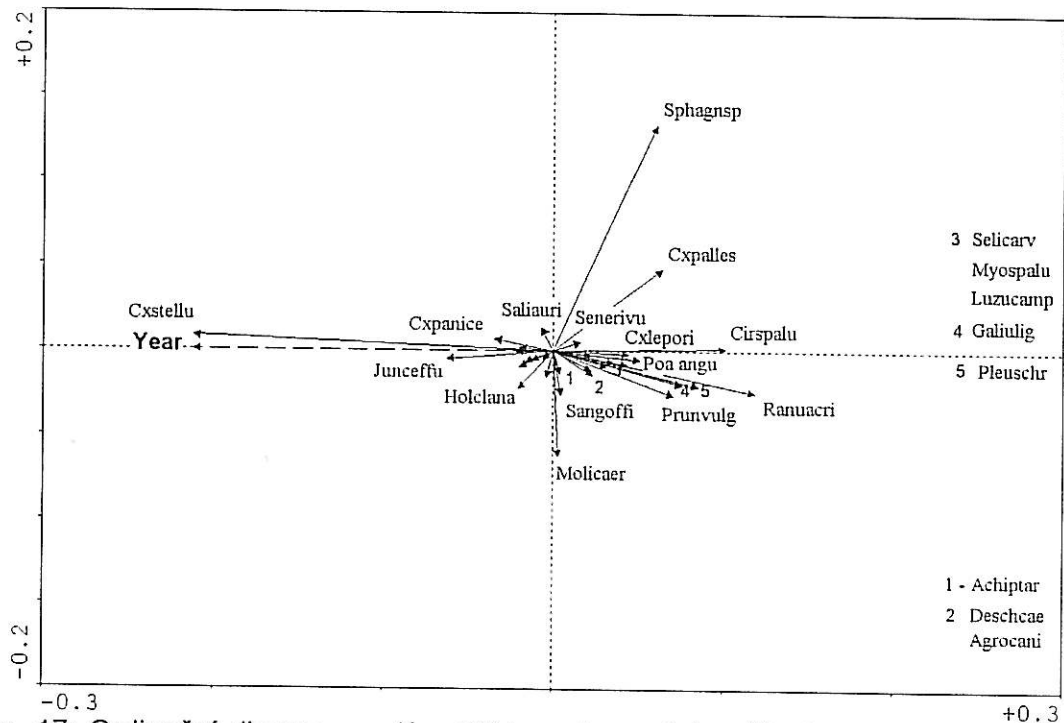
Obr. 14: Ordinační diagram analýzy RDA opakovaných měření na druhých plochách. Vliv času na kontrolu (P=0,54).



Obr. 15: Ordinační diagram analýzy RDA opakovaných měření na druhých plochách. Vliv času na zásah NH_4^+ (P=0,002).



Obr. 16: Ordinační diagram analýzy RDA opakovaných měření na druhých plochách. Vliv času na zásah NO_3^- ($P=0,202$).



Obr. 17: Ordinační diagram analýzy RDA opakovaných měření na druhých plochách. Vliv času na zásah PO_4^{3-} ($P=0,08$).